

## ผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

### แผนงานวิจัย

การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง

The Study of On-Farm Management to the Economic Field Crops

โดย

อัยยะ พินิจสกุลดิษฐ์

บุษยรัตน์ หมอกมัว, สุวิมล พุทธจรรยาวงศ์, ธนัชกฤต กลิ่นหวล,  
พิมพ์คุณช์ ตั้งตระการพงษ์, ทนงค์ศักดิ์ ประระไทย, กมลทิพย์ ศศิธร,  
ชนิดา จรรย์วรพรรณ, กฤติโสภณ ดวงกมล, นवलจันทร์ ชะบา, จิราพร นิลฉวี

มกราคม 2560

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010000 007 102 01 11

แบบ วจ.3

**แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์**

ทะเบียนวิจัย 56 58 01 07 010000 007 102 01 11

ชื่อชุดโครงการวิจัย การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง  
ผู้รับผิดชอบ นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์

หน่วยงาน กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ผู้ร่วมดำเนินการในฐานะหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย

ชื่อ นามสกุล

หัวหน้าโครงการ

|                               |                                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| น.ส.บุษยรัตน์ หมอกแก้ว        | การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว                                                                            |
| น.ส.สุวิมล พุทธจรรยาวงศ์      | การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด                                                                         |
| นายธนชกฤต กลิ่นหวล            | การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย                                                                            |
| น.ส.พิมพ์คุณช์ ตั้งตระกูลพงษ์ | การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง                                                                     |
| นายทนต์ศักดิ์ ประระไทย        | การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว                                                                            |
| น.ส.กมลทิพย์ ศศิธร            | การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด                                                                         |
| น.ส.ชนิดา จรรย์วรพรรณ         | การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง                                                                   |
| นายกฤติโสภณ ดวงกมล            | การจัดการน้ำระดับไร่นา ในพืชไร่เศรษฐกิจ                                                                                                       |
| น.ส.นวลจันทร์ ชะบา            | การศึกษาอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์                                                                                                       |
| น.ส. จิราพร นิลฉวี            | การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และชุดทดสอบอย่างง่าย” |

เริ่มต้น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 สิ้นสุด เดือนกันยายน พ.ศ. 2558

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี (ปีงบประมาณ 2556 – 2558)

สถานที่ดำเนินการ กรมพัฒนาที่ดิน และสถานที่จัดทำแปลงทดลอง

**ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น**

|                 |     |               |
|-----------------|-----|---------------|
| ปีงบประมาณ 2556 | รวม | 4,996,000 บาท |
| ปีงบประมาณ 2557 | รวม | 4,996,000 บาท |
| ปีงบประมาณ 2558 | รวม | 4,996,000 บาท |

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2556-2558

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ .....

(นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์)

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

## คำนำ

โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เป็นระบบเรียกใช้ข้อมูลด้านการจัดการดินเพื่อ การเพาะปลูก และให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งได้รับการจัดทำขึ้นในปี 2551 และมีการ พัฒนาเรื่อยมา โดยให้มีศักยภาพในการให้คำแนะนำด้านต่างๆ มากขึ้น ด้วยการใช้หลักการทางปฐพีวิทยา และเอกสารอ้างอิงต่างๆ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี การจัดการปุ๋ย เป็นต้น ภายหลังจากที่ได้มี การจัดทำและพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงแล้ว ได้มีการส่งเสริมให้นำไปใช้งานในการส่งเสริมการจัดการด้าน ดินและปุ๋ยโดยกรมพัฒนาที่ดิน และหน่วยงานต่างๆ หลายหน่วยงาน รวมถึงการนำไปใช้โดยตรงของเกษตรกร และภาคส่วนอื่นๆ แม้ในด้านงานวิจัย มีการนำคำแนะนำการจัดการปุ๋ยรายแปลงไปใช้ทำการวิจัยเปรียบเทียบกับ การจัดการปุ๋ยรูปแบบอื่นๆ ด้วยเช่นกัน ซึ่งผลการวิจัยในส่วนต่างๆ เหล่านี้สะท้อนถึงการใช้งานได้จริง และได้ผลของการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

อย่างไรก็ตาม คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้ครอบคลุมเท่าทัน เทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมการผลิตที่เปลี่ยนไป การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีใน โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ต้องได้รับการพิสูจน์ตามรูปแบบของการทดลอง ค่าตัวเลขสัมประสิทธิ์ของสมการต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณในโปรแกรมควรได้มีการทดลองหาความสัมพันธ์จริงแทนการใช้จากหลักการทางปฐพีวิทยา รวมถึงการพัฒนาสำหรับการจัดทำคำแนะนำในด้านอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเสริมศักยภาพของโปรแกรมปุ๋ยราย แปลงให้รองรับการใช้งานของเจ้าหน้าที่และเกษตรกรมากยิ่งขึ้น ดังนั้น เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความ มั่นใจในการให้คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยผ่านโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง อีกทั้งเพื่อหาแนวทางการจัดทำ คำแนะนำการจัดการในด้านอื่นๆ เพิ่มเติม จึงสมควรได้มีการทดสอบทดลองให้ครอบคลุมลักษณะดินที่มีความ แตกต่างกัน ในพืชที่หลากหลายชนิดในช่วงเวลาเดียวกัน กล่าวคือ ทำแปลงทดสอบทดลองหลายแปลงในหลาย พื้นที่ หลายชนิดดิน หลายชนิดพืช ในปีการทดลองเดียวกัน เพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ได้โดยทันที หลังเสร็จสิ้นงานวิจัย โดยจัดทำเป็นแผนงานวิจัยที่รวมการวิจัยในการจัดการดิน การจัดการน้ำ การจัดการปุ๋ย รวมถึงการวิจัยพื้นฐานเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์บางประการในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณกรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้การสนับสนุนจัดสรรงบประมาณให้ตามความ เหมาะสม และขอบคุณคณะวิจัยและผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี จนสามารถบรรลุผลตาม ที่ตั้งไว้ และหวังว่าผลของการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและภาคการเกษตรของไทยในอนาคต

อัยยะ พินิจสกุลดิษฐ์

## สารบัญ

|                                                                                  | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อ                                                                         | 1    |
| 1. บทนำ                                                                          |      |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา                                                    | 3    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย                                                   | 3    |
| 1.3 การตรวจเอกสาร                                                                | 4    |
| 2. ระเบียบวิธีวิจัย                                                              |      |
| 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย                                                         | 34   |
| 2.2 อุปกรณ์และวิธีการ                                                            | 36   |
| 2.3 โครงสร้างการบริหารแผนงานวิจัย                                                | 38   |
| 2.4 สถานที่ทำการวิจัย ที่ตั้งแปลงทดลอง และดำเนินการทดลอง                         | 40   |
| 3. ผลการศึกษา                                                                    |      |
| 3.1 ข้อสังเกต และประเด็นปัญหาของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการบริหารแผนงานวิจัย       | 41   |
| 3.2 การวิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูล จากผลการทดลองในโครงการย่อย         | 43   |
| 3.2.1 ความสอดคล้องแม่นยำของคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง                |      |
| 3.2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าว        | 44   |
| 3.2.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าวโพด     | 56   |
| 3.2.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับอ้อย        | 70   |
| 3.2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลัง | 81   |
| 3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับถั่ว        | 93   |
| 3.2.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับสับปะรด     | 108  |
| 3.2.2 แนวทางการพัฒนาการให้คำแนะนำการจัดการน้ำในไร่-นา                            |      |
| 3.2.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนทางการประเมินรอบการให้น้ำระดับไร่นา         | 119  |
| 3.2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแนวทางการจัดการน้ำในพืชไร่เศรษฐกิจ                | 132  |
| 3.2.3 การพัฒนาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง              |      |
| 3.2.3.1 อัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์                                          | 137  |
| 3.2.3.2 การหาสมการสำหรับแปลงผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธีวิเคราะห์ดินต่างๆ           | 146  |
| 4. สรุปและข้อเสนอแนะ                                                             |      |
| 4.1 สรุปผลการวิจัย                                                               | 161  |
| 4.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัย                                                    | 163  |
| เอกสารอ้างอิง                                                                    | 164  |
| ภาคผนวก                                                                          | 171  |

## สารบัญตาราง

|             |                                                                                | หน้า |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1  | ค่ามาตรฐานสมบัติของดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อย                                  | 11   |
| ตารางที่ 2  | สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์มันสำปะหลังต่างๆ                              | 13   |
| ตารางที่ 3  | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว                                  |      |
|             | จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร                       | 46   |
| ตารางที่ 4  | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนางชูศรี หาญวงศ์                          | 47   |
| ตารางที่ 5  | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายจำเนียร ภูชัย                          | 48   |
| ตารางที่ 6  | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายบุญส่ง ดงคำฟู                          | 48   |
| ตารางที่ 7  | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายสมพล จินาราชภูริ                       | 49   |
| ตารางที่ 8  | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายวิรัช โปธิ                             | 49   |
| ตารางที่ 9  | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนางวิรัตน์ สิทธิเจริญ                     | 50   |
| ตารางที่ 10 | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายจำลอง รัตนสุวรรณ                       | 51   |
| ตารางที่ 11 | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายขาว โกยรัมย์                           | 52   |
| ตารางที่ 12 | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายทุน หมายถุก                            | 52   |
| ตารางที่ 13 | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายเทิดศักดิ์ เข้มดี                      | 53   |
| ตารางที่ 14 | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายสำราญ กรณรัมย์                         | 53   |
| ตารางที่ 15 | แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนางมณี หงส์ทอง                            | 54   |
| ตารางที่ 16 | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด                               |      |
|             | จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร                       | 59   |
| ตารางที่ 17 | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย                                  |      |
|             | จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร                       | 73   |
| ตารางที่ 18 | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง                           |      |
|             | จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร                       | 83   |
| ตารางที่ 19 | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว                                  |      |
|             | จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร                       | 95   |
| ตารางที่ 20 | ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินทราย    | 97   |
| ตารางที่ 21 | ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินร่วนปนทราย               | 99   |
| ตารางที่ 22 | ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินร่วนปนทราย  | 100  |
| ตารางที่ 23 | ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินร่วนเหนียว               | 101  |
| ตารางที่ 24 | ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินร่วนเหนียว  | 102  |
| ตารางที่ 25 | ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินเหนียวสีดำ               | 103  |
| ตารางที่ 26 | ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินเหนียวสีดำ  | 104  |
| ตารางที่ 27 | ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินเหนียวสีแดง              | 105  |
| ตารางที่ 28 | ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินเหนียวสีแดง | 106  |
| ตารางที่ 29 | คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด                               |      |
|             | จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร                       | 110  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

[illegible]

## สารบัญตาราง (ต่อ)

|             |                                                                                                                                                                                                                          | หน้า |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 44 | ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)              | 159  |
| ตารางที่ 45 | ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายโดยไม่มีการแยกตามกลุ่มเนื้อดิน (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน) | 159  |
| ตารางที่ 46 | ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อหยาบ (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)           | 160  |
| ตารางที่ 47 | ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)        | 160  |
| ตารางที่ 48 | ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)        | 160  |

## สารบัญภาพ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 1 การแปลผลสถานะทางกายภาพของดินจากความจุในการกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช<br>ทั้งหมดและอากาศในช่องว่างของดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช                                                                                                                                            | 24   |
| ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของความชื้นในดินและการกำหนดการให้น้ำแก่พืช                                                                                                                                                                                                                       | 28   |
| ภาพที่ 3 แสดงผังกรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย                                                                                                                                                                                                                                              | 35   |
| ภาพที่ 4 ผังการทีมงาน และโครงข่ายประสานงานการบริหารแผนงานวิจัย                                                                                                                                                                                                                        | 38   |
| ภาพที่ 5 ผังกระบวนการดำเนินงานของแผนงานวิจัย และโครงการวิจัยย่อย                                                                                                                                                                                                                      | 39   |
| ภาพที่ 6 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงตามค่าวิเคราะห์ดิน<br>เชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ย<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงของกรมวิชาการเกษตร                                                            | 46   |
| ภาพที่ 7 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสงตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน<br>สำหรับข้าวไวต่อช่วงแสงของกรมวิชาการเกษตร                                                                   | 47   |
| ภาพที่ 8 ผลผลิตข้าวจากแปลงทดสอบของเกษตรกรบนชุดดินหางดง                                                                                                                                                                                                                                | 50   |
| ภาพที่ 9 ผลผลิตข้าวจากแปลงทดสอบของเกษตรกรบนชุดดินสันทราย                                                                                                                                                                                                                              | 51   |
| ภาพที่ 10 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงทดสอบของเกษตรกร                                                                                                                                                                                                                             | 54   |
| ภาพที่ 11 แสดงกราฟและสมการตัวอย่างที่ควรปรับในสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ บนดินร่วนปนทรายในพื้นที่ดอน                                                                                                                                         | 57   |
| ภาพที่ 12 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน<br>สำหรับข้าวโพดของกรมวิชาการเกษตร                                                                                    | 59   |
| ภาพที่ 13 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดลองบ้านแม่นะ<br>ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินห้วยฉัตร)                                                                                                           | 60   |
| ภาพที่ 14 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดลองบ้านสันสลี<br>ตำบลสันสลี อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินเหนียวดอน (ชุดดินบ้านจ้อง)                                                                                                       | 61   |
| ภาพที่ 15 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว<br>ตำบลแม่กุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นดินเหนียวดอน (ชุดดินวังไผ่)                                                                                                                  | 61   |
| ภาพที่ 16 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดลองบ้านปางสา<br>ตำบลจอมจันทร์ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ในการทดลองปีที่ 2<br>และบ้านนาเหลืองม่วงขวา ตำบลน้ำแก่น อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ในการทดลองปีที่ 3<br>ซึ่งเป็นดินร่วนเหนียวปนกรวด (ชุดดินมวกเหล็ก) | 63   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 17 น้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน ของแปลงทดลองตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นดินร่วนปนทรายแฉะ (ชุดดินกำแพงเพชร)                                                                                                                                                                            | 64   |
| ภาพที่ 18 น้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน ของแปลงทดลองตำบลหาดคำ อำเภอมือ จังหวัดหนองคาย ซึ่งเป็นดินตื้นร่วนปนกรวด (ชุดดินพนาลัย) เฉพาะในปีที่ 2 ของการวิจัย                                                                                                                                                                 | 65   |
| ภาพที่ 19 น้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน ของแปลงทดลองตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือ จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา) ปีที่ 1 ของการวิจัย                                                                                                                                                           | 67   |
| ภาพที่ 20 อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ตามระดับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ต่อน้ำหนักผลผลิตฝักสดข้าวโพดหวาน ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือ จังหวัดเชียงราย ในการทดลองปีที่ 1 ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา)                                               | 67   |
| ภาพที่ 21 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือ จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา) ปีที่ 2 ของการวิจัย                                                                                                           | 68   |
| ภาพที่ 22 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือ จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา) ปีที่ 3 ของการวิจัย                                                                                                           | 68   |
| ภาพที่ 23 กราฟคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เสนอให้ปรับ เปรียบเทียบกับกราฟคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเดิมที่มีอยู่โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง                                                                                                                                                                                    | 72   |
| ภาพที่ 24 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อยปลูกตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับอ้อยปลูกของกรมวิชาการเกษตร                                                                                                                      | 73   |
| ภาพที่ 25 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อยต่อตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับอ้อยต่อของกรมวิชาการเกษตร                                                                                                                        | 74   |
| ภาพที่ 26 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) บนดินร่วนหยาบปนทรายถึงดินทราย ที่ปลูกแบบแถวเดี่ยวและแบบแถวคู่                                                                                          | 75   |
| ภาพที่ 27 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) บนดินร่วนเหนียว (ชุดดินวังสะพุง) ดินร่วนปนทรายแฉะ (ชุดดินกำแพงแสน) ดินร่วนละเอียดปนทราย (ชุดดินกำแพงแสน) และดินเหนียว (ชุดดินธวัชบุรี และชุดดินลพบุรี) | 75   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 28 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยตอ) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย<br>เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) บนดินทราย<br>ดินร่วนปนทราย และดินเหนียว                                                                                           | 76   |
| ภาพที่ 29 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายถึงดินทราย เมื่อได้รับอัตราปุ๋ย<br>ไนโตรเจนที่เทียบกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอัตราที่แตกต่างกัน                                                                                                                           | 77   |
| ภาพที่ 30 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว และดินเหนียว เมื่อได้รับอัตราปุ๋ย<br>ไนโตรเจนที่เทียบกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอัตราที่แตกต่างกัน                                                                                                                        | 78   |
| ภาพที่ 31 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยตอ) ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายและดินเหนียว เมื่อได้รับอัตราปุ๋ย<br>ไนโตรเจนที่เทียบกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอัตราที่แตกต่างกัน                                                                                                                           | 79   |
| ภาพที่ 32 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน<br>สำหรับมันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)                                                                | 83   |
| ภาพที่ 33 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลัง<br>เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (M0) และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีบางส่วน<br>(M1) โดยยึดหลักการให้ค่ารับที่เทียบกัน มันสำปะหลังได้รับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน<br>ในอัตราที่เท่ากัน ปีที่ 1    | 85   |
| ภาพที่ 34 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลัง<br>เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (M0) และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีบางส่วน<br>(M1) โดยยึดหลักการให้ค่ารับที่เทียบกัน มันสำปะหลังได้รับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน<br>ในอัตราที่เท่ากัน ปีที่ 2, 3 | 85   |
| ภาพที่ 35 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน<br>ที่ปลูกบนดินร่วนหยาบปนทราย และอายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน (ชุดดินปึกธงชัย)                                                                                                                                    | 87   |
| ภาพที่ 36 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังอายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน<br>ที่ปลูกบนดินทราย (ชุดดินน้ำพอง) และดินร่วนเหนียว (ชุดดินวังสะพุง) และ<br>อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน ที่ปลูกบนดินร่วนละเอียดปนทราย (ชุดดินวาริน)                                                               | 87   |
| ภาพที่ 37 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน (ปีที่ 1)<br>และ อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน (ปีที่ 2) ที่ปลูกบนดินร่วนหยาบปนทราย<br>(ชุดดินหูกะพง) ในพื้นที่ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี                                                            | 88   |
| ภาพที่ 38 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน<br>ที่ปลูกบนดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินปึกธงชัย) ในพื้นที่ตำบลตะแบกบาน อำเภอดงรักบุรี<br>จังหวัดนครราชสีมา                                                                                                     | 88   |
| ภาพที่ 39 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน<br>ที่ปลูกบนชุดดินวังสะพุง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี                                                                                                                            | 90   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                      | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 40 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 72 อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน<br>ที่ปลูกบนชุดดินวังสะพุง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา                                              | 90   |
| ภาพที่ 41 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน<br>มีระบบชลประทานแบบน้ำหยด ที่ปลูกบนชุดดินโคกชัย ตำบลหนองหัวแรต<br>อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา                 | 91   |
| ภาพที่ 42 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50<br>อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน ที่ปลูกบนชุดดินน้ำพอง ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอหนองเมือง<br>จังหวัดนครราชสีมา                                 | 92   |
| ภาพที่ 43 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับ<br>ถั่วของกรมวิชาการเกษตรกรณีใช้ไรโซเปียม | 96   |
| ภาพที่ 44 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับ<br>ถั่วของกรมวิชาการเกษตร                 | 96   |
| ภาพที่ 45 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับ<br>ถั่วของกรมวิชาการเกษตร               | 97   |
| ภาพที่ 46 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสงจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนปนทราย                                                                                                | 98   |
| ภาพที่ 47 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสง (เชียงใหม่) และถั่วเหลือง (แพร่) จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนปนทราย                                                                               | 99   |
| ภาพที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนปนทราย                                                                                                    | 100  |
| ภาพที่ 49 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนเหนียว                                                                                                                         | 101  |
| ภาพที่ 50 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนเหนียว                                                                                                    | 102  |
| ภาพที่ 51 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียว                                                                                                                             | 103  |
| ภาพที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีดำ ปีที่ 1                                                                                            | 104  |
| ภาพที่ 53 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีดำ ปีที่ 2                                                                                            | 105  |
| ภาพที่ 54 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีแดง                                                                                                                    | 106  |
| ภาพที่ 55 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีแดง                                                                                                   | 107  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                     | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 56 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับสับปะรด ตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ<br>จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับ<br>สับปะรดของกรมวิชาการเกษตร | 111  |
| ภาพที่ 57 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลหนองตาแต้ม อำเภอบราญบุรี<br>จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินปราณบุรี) ปีที่ 1                                                      | 112  |
| ภาพที่ 58 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลหนองตาแต้ม อำเภอบราญบุรี<br>จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินปราณบุรี) ปีที่ 2                                                      | 112  |
| ภาพที่ 59 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา<br>จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินมาบปอน)                                                                          | 113  |
| ภาพที่ 60 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา<br>จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินสันป่าตอง) ปีที่ 1                                                               | 114  |
| ภาพที่ 61 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา<br>จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินสันป่าตอง) ปีที่ 2                                                               | 115  |
| ภาพที่ 62 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ<br>จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นดินทราย (ชุดดินสัตหีบ)                                                                                 | 116  |
| ภาพที่ 63 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลเขากระปุก อำเภอยะยา<br>จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนปนกรวดลิกปานกลาง (ชุดดินท่ายาง) ปีที่ 1                                                          | 117  |
| ภาพที่ 64 น้ำหนักผลสดสับปะรด ของแปลงทดลองตำบลเขากระปุก อำเภอยะยา<br>จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนปนกรวดลิกปานกลาง (ชุดดินท่ายาง) ปีที่ 2                                                          | 117  |
| ภาพที่ 65 กราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อละเอียด จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดิน<br>ตัวอย่าง FT1 ถึง FT16 ที่ 3 ระดับความลึกคือ 0-15, 0-30, และ 0-60 CM                                        | 122  |
| ภาพที่ 66 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินโดยปริมาตร และปริมาณการกักเก็บน้ำในดินแสดง<br>เป็นความสูงน้ำ สำหรับกลุ่มดินเนื้อละเอียด                                                                     | 122  |
| ภาพที่ 67 กราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อปานกลาง จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดิน<br>ตัวอย่าง MT1 ถึง MT7 ที่ 3 ระดับความลึกคือ 0-15, 0-30, และ 0-60 CM                                         | 125  |
| ภาพที่ 68 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินโดยปริมาตร และปริมาณการกักเก็บน้ำในดินแสดง<br>เป็นความสูงน้ำ สำหรับกลุ่มดินเนื้อปานกลาง                                                                     | 126  |
| ภาพที่ 69 กราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อหยาบ จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดิน<br>ตัวอย่าง CT1 ถึง CT11 ที่ความลึก 3 ระดับคือ 0-15, 0-30, และ 0-60 CM                                           | 129  |
| ภาพที่ 70 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินโดยปริมาตร และปริมาณการกักเก็บน้ำในดินแสดง<br>เป็นความสูงน้ำ สำหรับกลุ่มดินเนื้อหยาบ                                                                        | 129  |
| ภาพที่ 71 แสดงแนวโน้มน้ำหนักฝักข้าวโพดหวาน ภายใต้ระบบการให้น้ำแตกต่างกัน                                                                                                                            | 134  |
| ภาพที่ 72 แสดงการปลดปล่อยแอมโมเนียจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน                                                                                                                    | 140  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|                                                                                                                     | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 73 แสดงการปลดปล่อยไนเตรตจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน                                       | 139  |
| ภาพที่ 74 แสดงการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน                                     | 142  |
| ภาพที่ 75 แสดงการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน                                   | 143  |
| ภาพที่ 76 แสดงการปลดปล่อยไนโตรเจนในแปลงทดลองที่เป็นดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย                                   | 144  |
| ภาพที่ 77 แสดงกราฟของสมการฟอสฟอรัสที่ได้จากการทดลอง เปรียบเทียบกับที่ใช้ในโปรแกรมปุ๋ย<br>เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน      | 147  |
| ภาพที่ 78 แสดงกราฟของสมการโพแทสเซียมที่ได้จากการทดลอง เปรียบเทียบกับที่ใช้ในโปรแกรมปุ๋ย<br>เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน    | 148  |
| ภาพที่ 79 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I                             | 149  |
| ภาพที่ 80 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I                           | 155  |
| ภาพที่ 81 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I<br>ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ      | 150  |
| ภาพที่ 82 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I<br>ในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง   | 150  |
| ภาพที่ 83 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I<br>ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด   | 151  |
| ภาพที่ 84 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I<br>ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ    | 156  |
| ภาพที่ 85 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I<br>ในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง | 157  |
| ภาพที่ 86 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ MEHLICH I<br>ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด | 157  |

## สารบัญผนวก

|                                                                                                                                                                                                                   | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางผนวกที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินโครงการ“การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด”                                                                                                        | 185  |
| ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านแม่ณะ ตำบลแม่ณะ อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 1       | 185  |
| ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของบ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 1              | 186  |
| ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว ตำบลแม่กุ อำเภอยางตลาด จังหวัดตาก ในการทดลองปีที่ 1         | 186  |
| ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนักสดผลผลิตข้าวโพดหวาน ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา ในการทดลองปีที่ 1                                                                                      | 187  |
| ตารางผนวกที่ 6 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ในการทดลองปีที่ 1 | 187  |
| ตารางผนวกที่ 7 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านแม่ณะ ตำบลแม่ณะ อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 2       | 188  |
| ตารางผนวกที่ 8 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านแม่ณะ ตำบลแม่ณะ อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 3       | 188  |
| ตารางผนวกที่ 9 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 2     | 189  |
| ตารางผนวกที่ 10 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 3    | 189  |
| ตารางผนวกที่ 11 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว ตำบลแม่กุ อำเภอยางตลาด จังหวัดตาก ในการทดลองปีที่ 2        | 190  |
| ตารางผนวกที่ 12 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว ตำบลแม่กุ อำเภอยางตลาด จังหวัดตาก ในการทดลองปีที่ 3        | 190  |

## สารบัญผนวก (ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                                             | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางผนวกที่ 13 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่)<br>ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย<br>ในการทดลอง ปีที่ 2                                      | 191  |
| ตารางผนวกที่ 14 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่)<br>ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย<br>ในการทดลอง ปีที่ 3                                      | 191  |
| ตารางผนวกที่ 15 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว<br>(Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านปางสา<br>ตำบลจอมจันทร์ อำเภอยางตลาด จังหวัดน่านในการทดลองปีที่ 2            | 192  |
| ตารางผนวกที่ 16 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว<br>(Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านนาเหลื่องม่วงขาว<br>ตำบลน้ำแก่น อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน ในการทดลองปีที่ 3 | 192  |
| ตารางผนวกที่ 17 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว<br>(Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ<br>ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ในการทดลองปีที่ 2    | 193  |
| ตารางผนวกที่ 18 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว<br>(Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ<br>ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ในการทดลองปีที่ 3    | 193  |
| ตารางผนวกที่ 19 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว<br>(Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองตำบลหาดคำ<br>อำเภอมือง จังหวัดหนองคาย ในการทดลองปีที่ 2                               | 194  |
| ตารางผนวกที่ 20 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว<br>(Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองตำบลวัดธาตุ<br>อำเภอมือง จังหวัดหนองคาย ในการทดลองปีที่ 2                             | 194  |
| ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน                                                                                                                                                                                   | 199  |
| ตารางผนวกที่ 22 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านวังม่วง ตำบลธารละหลอด                                                                                                                                            | 200  |
| ตารางผนวกที่ 23 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านลำสมพุง ตำบลลำพญากลาง                                                                                                                                            | 200  |
| ตารางผนวกที่ 24 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านดงไผ่<br>ตำบลปากช่อง อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี                                                                                                                  | 201  |
| ตารางผนวกที่ 25 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงสถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม<br>อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม                                                                                                                | 201  |
| ตารางผนวกที่ 26 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านสำนักคร้อ<br>ตำบลตะคร้อ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ                                                                                                          | 202  |
| ตารางผนวกที่ 27 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านตะบอง<br>ตำบลโพน อำเภอพิบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา                                                                                                                  | 202  |

## สารบัญผนวก (ต่อ)

|                                                                                                                         | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางผนวกที่ 28 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านคำมันปลา<br>ตำบลคำเหมือดแก้ว อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์  | 203  |
| ตารางผนวกที่ 29 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านพุทธรักษา<br>ตำบลเขาพระนอน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์     | 203  |
| ตารางผนวกที่ 30 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านหนองจาน<br>ตำบลแหลมทอง อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา     | 204  |
| ตารางผนวกที่ 31 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านภูเหล็ก<br>ตำบลภูเหล็ก อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น           | 204  |
| ตารางผนวกที่ 32 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านวังม่วง<br>ตำบลธารละหลอด อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา       | 205  |
| ตารางผนวกที่ 33 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านลำสมพุง<br>ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี       | 205  |
| ตารางผนวกที่ 34 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านตะบอง<br>ตำบลโบสถ์ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา             | 206  |
| ตารางผนวกที่ 35 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านคำมันปลา<br>ตำบลคำเหมือดแก้ว อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ | 206  |
| ตารางผนวกที่ 36 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านหนองจาน<br>ตำบลแหลมทอง อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา    | 207  |
| ตารางผนวกที่ 37 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านภูเหล็ก<br>ตำบลภูเหล็ก อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น          | 207  |
| ตารางผนวกที่ 38 ผลวิเคราะห์ดินโครงการ“การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง”     | 212  |
| ตารางผนวกที่ 39 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองบัวศาลา<br>อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา                          | 212  |
| ตารางผนวกที่ 40 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองบัวศาลา<br>อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา                 | 213  |
| ตารางผนวกที่ 41 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลคำเหมือดแก้ว<br>อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์                       | 213  |
| ตารางผนวกที่ 42 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลคำเหมือดแก้ว<br>อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์              | 214  |
| ตารางผนวกที่ 43 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลนิคมสร้างตนเอง<br>อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา                       | 214  |
| ตารางผนวกที่ 44 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลนิคมสร้างตนเอง<br>อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา              | 215  |
| ตารางผนวกที่ 45 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลนาจอมเทียน<br>อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดชลบุรี ปีที่ 1                   | 215  |

### สารบัญผนวก (ต่อ)

[illegible]

|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางผนวกที่ 64 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์<br>อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีที่ 1                                      | 224 |
| ตารางผนวกที่ 65 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์<br>อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีที่ 2                                               | 224 |
| ตารางผนวกที่ 66 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์<br>อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีที่ 2                                      | 225 |
| ตารางผนวกที่ 67 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์<br>อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีที่ 3                                               | 225 |
| ตารางผนวกที่ 68 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์<br>อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ปีที่ 3                                      | 226 |
| ตารางผนวกที่ 69 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง<br>อำเภopakช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                             | 226 |
| ตารางผนวกที่ 70 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง<br>อำเภopakช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                    | 226 |
| ตารางผนวกที่ 71 ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง<br>อำเภopakช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2                                             | 227 |
| ตารางผนวกที่ 72 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง<br>อำเภopakช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2                                    | 227 |
| ตารางผนวกที่ 73 พื้นที่ดำเนินการจัดทำแปลงศึกษาวิจัย                                                                                              | 233 |
| ตารางผนวกที่ 74 ข้อมูลผลผลิตของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่ดินร่วนทราย ปี พ.ศ. 2556                                                                    | 233 |
| ตารางผนวกที่ 75 ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง เนื้อดินร่วนเหนียว<br>ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2556                                      | 234 |
| ตารางผนวกที่ 76 ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง เนื้อดินเหนียวดำ<br>ในพื้นที่จังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2556                                           | 234 |
| ตารางผนวกที่ 77 ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง เนื้อดินเหนียวแดง<br>ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2556                                     | 234 |
| ตารางผนวกที่ 78 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง<br>และถั่วลิสง ในพื้นที่ศึกษาตามลักษณะเนื้อดิน ปี พ.ศ. 2557 | 235 |
| ตารางผนวกที่ 79 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ. 2557                   | 235 |
| ตารางผนวกที่ 80 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2557                     | 235 |
| ตารางผนวกที่ 81 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2557                  | 236 |
| ตารางผนวกที่ 82 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2557                      | 236 |
| ตารางผนวกที่ 83 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2557                      | 236 |

|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางผนวกที่ 84 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2557                   | 236 |
| ตารางผนวกที่ 85 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2557                  | 237 |
| ตารางผนวกที่ 86 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ. 2557                   | 237 |
| ตารางผนวกที่ 87 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2557                     | 237 |
| ตารางผนวกที่ 88 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2557                | 237 |
| ตารางผนวกที่ 89 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง<br>และถั่วลิสง ในพื้นที่ศึกษาตามลักษณะเนื้อดิน ปี พ.ศ. 2558 | 238 |
| ตารางผนวกที่ 90 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษา อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2558       | 238 |
| ตารางผนวกที่ 91 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษา อำเภอมือเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2558      | 238 |
| ตารางผนวกที่ 92 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2558 ที่              | 239 |
| ตารางผนวกที่ 93 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2558                      | 239 |
| ตารางผนวกที่ 94 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2558                      | 239 |
| ตารางผนวกที่ 95 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2558                   | 239 |
| ตารางผนวกที่ 96 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2558                  | 240 |
| ตารางผนวกที่ 97 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ. 2558                   | 240 |
| ตารางผนวกที่ 98 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2558                     | 240 |
| ตารางผนวกที่ 99 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วเหลือง<br>ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2558                | 240 |
| ตารางผนวกที่ 100 ผลวิเคราะห์ดินโครงการ“การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์<br>ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง”                             | 244 |
| ตารางผนวกที่ 101 แสดงน้ำหนักผลสับปรดของแปลงทดลองจังหวัดเพชรบุรี                                                                                  | 245 |
| ตารางผนวกที่ 102 แสดงน้ำหนักผลสับปรดของแปลงทดลองจังหวัดเพชรบุรี                                                                                  | 245 |
| ตารางผนวกที่ 103 แสดงน้ำหนักผลสับปรดของแปลงทดลองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์                                                                           | 246 |
| ตารางผนวกที่ 104 แสดงน้ำหนักผลสับปรดของแปลงทดลองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์                                                                           | 246 |

|                  |                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางผนวกที่ 105 | แสดงน้ำหนักรากผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดราชบุรี                                                                                                                                              | 247 |
| ตารางผนวกที่ 106 | แสดงน้ำหนักรากผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดราชบุรี                                                                                                                                              | 247 |
| ตารางผนวกที่ 107 | แสดงน้ำหนักรากผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดระยอง                                                                                                                                                | 248 |
| ตารางผนวกที่ 108 | แสดงน้ำหนักรากผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดชลบุรี                                                                                                                                               | 248 |
| ตารางผนวกที่ 109 | สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อละเอียด                                                                                                                                   | 255 |
| ตารางผนวกที่ 110 | สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อละเอียด(ต่อ)                                                                                                                              | 256 |
| ตารางผนวกที่ 111 | ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อละเอียด      | 257 |
| ตารางผนวกที่ 112 | ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อละเอียด(ต่อ) | 258 |
| ตารางผนวกที่ 113 | สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง                                                                                                                                   | 259 |
| ตารางผนวกที่ 114 | ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง      | 260 |
| ตารางผนวกที่ 115 | ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง(ต่อ) | 260 |
| ตารางผนวกที่ 116 | สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อหยาบ                                                                                                                                      | 261 |
| ตารางผนวกที่ 117 | ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อหยาบ         | 262 |
| ตารางผนวกที่ 118 | ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อหยาบ(ต่อ)    | 263 |
| ตารางผนวกที่ 119 | แสดงผลผลิตของข้าวโพดแปลง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                                                                                                                 | 270 |
| ตารางผนวกที่ 120 | แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้น้ำของข้าวโพดแปลง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                                                                      | 271 |
| ตารางผนวกที่ 121 | แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำ รูปแบบการใช้น้ำ และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดแปลง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                                                   | 272 |
| ตารางผนวกที่ 122 | แสดงผลผลิตของข้าวโพดแปลง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2                                                                                                                                 | 273 |
| ตารางผนวกที่ 123 | แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้น้ำของข้าวโพดแปลง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2                                                                                      | 273 |
| ตารางผนวกที่ 124 | แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำ รูปแบบการใช้น้ำ และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดแปลง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2                                                                   | 274 |
| ตารางผนวกที่ 125 | แสดงผลผลิตของข้าวโพดแปลงอำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 3                                                                                                                                  | 275 |

|                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางผนวกที่ 126 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้น้ำของข้าวโพดแปลง<br>อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 3           | 275 |
| ตารางผนวกที่ 127 แสดงผลผลิตของมันสำปะหลังแปลงอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                                       | 276 |
| ตารางผนวกที่ 128 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้น้ำของมันสำปะหลังแปลง<br>อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1        | 276 |
| ตารางผนวกที่ 129 แสดงผลผลิตของมันสำปะหลังแปลง อำเภอเมืองนครราชสีมา<br>จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1                                          | 277 |
| ตารางผนวกที่ 130 แสดงผลผลิตของอ้อยแปลง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมาปีที่ 1                                                              | 277 |
| ตารางผนวกที่ 131 แสดงการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยแปลง อำเภอเมืองนครราชสีมา<br>จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1 (ต่อ)                         | 278 |
| ตารางผนวกที่ 132 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้น้ำของอ้อยแปลง<br>อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมาปีที่ 1 (ต่อ) | 278 |
| ตารางผนวกที่ 133 แสดงผลผลิตของอ้อยแปลงอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ปีที่ 1                                                               | 279 |
| ตารางผนวกที่ 134 แสดงผลผลิตของอ้อยแปลงอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ปีที่ 2                                                               | 279 |
| ตารางผนวกที่ 135 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้น้ำของอ้อยแปลง<br>อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2             | 280 |
| ตารางผนวกที่ 136 สมบัติของดินก่อนการทดลอง                                                                                                | 284 |
| ตารางผนวกที่ 137 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินวังสะพุง.ในระยะเวลาการบ่มต่างๆ                                                               | 285 |
| ตารางผนวกที่ 138 ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของดินโซคชัย                                                                            | 285 |
| ตารางผนวกที่ 139 ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของดินปักธงชัย                                                                          | 286 |
| ตารางผนวกที่ 140 ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของดินสีคิ้ว                                                                            | 286 |
| ตารางผนวกที่ 141 ปริมาณแอมโมเนียของดินวังสะพุง (มก. /กก.)                                                                                | 286 |
| ตารางผนวกที่ 142 แอมโมเนียของดินโซคชัย (มก. /กก.)                                                                                        | 287 |
| ตารางผนวกที่ 143 ปริมาณแอมโมเนียของดินปักธงชัย (มก. /กก.)                                                                                | 287 |
| ตารางผนวกที่ 144 ปริมาณแอมโมเนียของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)                                                                                  | 287 |
| ตารางผนวกที่ 145 ปริมาณไนเตรตของดินวังสะพุง (มก. /กก.)                                                                                   | 288 |
| ตารางผนวกที่ 146 ปริมาณไนเตรตของดินโซคชัย (มก. /กก.)                                                                                     | 288 |
| ตารางผนวกที่ 147 ปริมาณไนเตรตของดินปักธงชัย (มก. /กก.)                                                                                   | 288 |
| ตารางผนวกที่ 148 ปริมาณไนเตรตของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)                                                                                     | 289 |
| ตารางผนวกที่ 149 ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินวังสะพุง (มก. /กก.)                                                       | 289 |
| ตารางผนวกที่ 150 ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินโซคชัย (มก. /กก.)                                                         | 289 |
| ตารางผนวกที่ 151 ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินปักธงชัย (มก. /กก.)                                                       | 290 |
| ตารางผนวกที่ 152 ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)                                                         | 290 |
| ตารางผนวกที่ 153 ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินวังสะพุง (มก. /กก.)                                                     | 290 |
| ตารางผนวกที่ 154 ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินโซคชัย (มก. /กก.)                                                       | 291 |
| ตารางผนวกที่ 155 ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินปักธงชัย (มก. /กก.)                                                     | 291 |
| ตารางผนวกที่ 156 ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)                                                       | 291 |

# การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง

## The Study of On-Farm Management to the Economic Crops

### บทคัดย่อ

การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจในระดับรายแปลงนั้น การใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงค่อนข้างสอดคล้องเหมาะสมดีอยู่แล้ว ซึ่งผลของการทำแปลงทดลองและแปลงทดสอบใน 6 ชนิดพืช คือ ข้าว ข้าวโพด ถั่ว อ้อย มันสำปะหลัง และสับปะรดนั้น พบว่า ในการทดสอบการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวทั้งนาปี นาปรัง การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ให้ผลผลิตโดยรวมที่ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกร ขณะที่ต้นทุนการผลิตลดลงเนื่องจากใช้ปุ๋ยเคมีลดลง ในการทดลองปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ของข้าวโพด ถั่ว มันสำปะหลัง และสับปะรด พบว่าการคำนวณการทดแทนปุ๋ยเคมีของโปรแกรมให้ผลสอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากผลผลิตโดยรวมของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ภายใต้เงื่อนไขการให้ธาตุอาหารในปริมาณเท่ากัน และการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกรณีของธาตุไนโตรเจนนั้น คำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมมีความเหมาะสมดีอยู่แล้ว กล่าวคือ หากให้ธาตุไนโตรเจนที่มากขึ้น จะไม่มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากในลักษณะที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน กรณีของอ้อยนั้น พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในระดับปริมาณธาตุอาหารที่เท่ากัน ให้ผลเช่นเดียวกันกับพืชอื่นๆ แต่คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของอ้อยที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงนั้น ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย กล่าวคือ อ้อยสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้นอีก หากได้รับธาตุอาหารที่มากขึ้น สืบเนื่องจากปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์อ้อยให้มีการตอบสนองต่อธาตุอาหารได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการปรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตรที่ได้ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่สูงขึ้น

ในด้านการจัดการน้ำ เนื้อดินให้แสดงผลต่อการจัดการน้ำอย่างมีความสัมพันธ์ที่ชัดเจน โดยแบ่งได้เป็นกลุ่มดินเนื้อหยาบ เนื้อปานกลาง และเนื้อละเอียด ซึ่งผลสอดคล้องกับการทำแปลงทดลองปลูกพืชโดยให้ระบบน้ำหยด ซึ่งสามารถประเมินรอบการให้น้ำที่เหมาะสมได้จากแบบจำลอง

การศึกษาการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ในดินชนิดต่างๆ ผลโดยรวมแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์จะสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารภายหลังจากใส่ปุ๋ยลงในดินแล้วหนึ่งเดือน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยรองพื้นเพื่อให้ได้ธาตุอาหารด้วยนั้น ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงเตรียมดินโดยใส่ก่อนการปลูกพืชประมาณ 1-2 อาทิตย์ เพื่อให้ปุ๋ยอินทรีย์ปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชในช่วงที่พืชอายุประมาณ 2-3 อาทิตย์ ซึ่งเป็นช่วงที่พืชมีระบบรากที่พร้อมจะดูดธาตุอาหาร และเป็นช่วงที่พืชต้องการธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโต

การหาความสัมพันธ์ของการใช้วิธีวิเคราะห์ดินที่แตกต่างกัน สำหรับการแปลงผลการวิเคราะห์ดินสู่การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่า มีความสัมพันธ์ที่สามารถสร้างเป็นสมการได้ในระดับหนึ่ง

## Abstract

On-farm program is an agricultural information program. This study demonstrated the application of the On-farm program on 6 different plant species; rice, corn, beans, sugarcane, cassava and pineapple. The results showed that this program can recommend soil and fertilizer management for economic crops at the on-farm level. The overall rice yield that use the recommended fertilizer based on the soil analysis from the On-farm program was not different from the normal fertilizer used by farmers. But the costs were reduced due to the use of chemical fertilizers. In the application of chemical fertilizer mixed with organic fertilizer in corn, beans, cassava and pineapple, it was found that the fertilizer calculation function of the program was consistent with the reality. The overall yield when used chemical fertilizer mixed with organic fertilizer under the same nutrient conditions was not significantly different from the overall yield when used chemical fertilizers alone.

In the case of sugar cane, it was found that fertilizer recommendations based on soil analysis of sugar cane obtained from the fertilizer application was not enough. Productivity of sugarcane can be increased, if it gets more nutrients.

Soil texture (sand, loam and fine texture) shows a clear relationship to water management.

The study on the decomposition of organic fertilizer in soils showed that organic fertilizer decomposed and released nutrients after 1 month of application. Therefore, if organic fertilizer is used to get nutrients, it should be applied during the preparation of the soil 1-2 weeks before planting to allow organic fertilizer to release nutrients for the plant during the period of 2-3 weeks when the root becomes ready to take in the nutrients. The interpretation of the soil analyses from different methods showed that the correlation could be made into a new equation.

## 1. บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงภาวะทางสิ่งแวดล้อมในการทำการเกษตรอย่างมาก ตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศท้องถิ่น วิธีการทำการเกษตร ตลอดจนสภาพเศรษฐกิจ-สังคมของประเทศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้เป็นผลให้เกิดปัญหาในการผลิตสินค้าเกษตรของประเทศเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นปัญหาปุ๋ยราคาแพง ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน การขาดแคลนน้ำในการเกษตร ฯลฯ หลายต่อหลายปัญหาที่มีความพยายามแก้ไขกัน แต่ก็มักเป็นการแก้ไขปัญหามิใช่แก้ปัญหามาตรฐาน คือแก้ปัญหามิใช่ของนโยบายบ้าง หรือการแก้ปัญหามิใช่ปลายทาง หรือแก้ปัญหามิใช่ใช้วิธีการเดียวกันในพื้นที่ใหญ่ๆ ซึ่งอาจจะมิใช่ปัญหาไม่เหมือนกันทั้งพื้นที่ เป็นต้น การแก้ปัญหามาตรฐานดังกล่าวข้างต้น สืบเนื่องมาจากการใช้ข้อมูลในระดับของค่าเฉลี่ย และยกภาระหน้าที่ในการแก้ปัญหามาตรฐานของภาครัฐเป็นหลัก จึงทำให้การแก้ปัญหามิได้จนถึงระดับหนึ่ง และจะไม่สามารถแก้ปัญหามิได้ต้นทางคือเกษตรกรเป็นรายๆ ได้ ทั้งนี้หากพิจารณาหลักการสร้างภาพจากจุดภาพ ที่ว่าเมื่อจุดภาพแต่ละจุดมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ภาพที่เกิดจากจุดภาพจำนวนมากก็จะเป็นภาพที่สมบูรณ์ด้วย จะพบว่าหากเกษตรกรแต่ละรายสามารถทำการเกษตรในส่วนของตนได้อย่างสมบูรณ์ ภาพทางการเกษตรของประเทศก็จะสมบูรณ์ตามไปด้วย

การจัดการทางการเกษตรระดับไร่นา หรือ on-farm management จึงนับว่าเป็นเรื่องสำคัญที่จะช่วยแก้ปัญหามาตรฐานทางการเกษตรของประเทศ เพราะการวางแผนการจัดการเกษตรระดับไร่นาที่สมบูรณ์ จะนำมาซึ่งการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และให้ผลตอบแทนสูงสำหรับเกษตรกร และส่งผลถึงภาวะเศรษฐกิจ-สังคมที่ดีของประเทศต่อไป แต่การจัดการทางการเกษตรระดับไร่นานั้น ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมจำนวนมาก เนื่องจากความหลากหลายของปัจจัยการผลิตในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะแตกต่างกันได้ตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงแตกต่างกันอย่างสุดขีด ด้วยเทคโนโลยีและงานทางวิชาการสมัยใหม่ ทำให้สามารถนำแบบจำลองการปลูกพืช, สถิติภูมิศาสตร์, ภูมิสารสนเทศ และเทคโนโลยีอื่นๆ มาเป็นเครื่องมือช่วยในการกำหนดแนวทางการจัดการทางการเกษตรระดับไร่นาได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีทั้งหลายเหล่านั้น เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยให้การประมวลผลและการทำงานเป็นไปโดยสะดวกเท่านั้น การจะสร้างความเชื่อมั่น และสร้างแนวทางในการจัดการทางการเกษตรที่เป็นจริงได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยการวิจัย ทดสอบ ทดลอง ประกอบด้วย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดงานวิจัย ทดสอบ ทดลอง ที่สอดคล้องซึ่งกันและกัน และตอบสนองผลการศึกษาไปในทิศทางเดียวกัน จึงจำเป็นต้องกำหนดให้มีแผนงานวิจัยการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ยระดับไร่นาร่วมกัน

### 1.2 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

แผนงานวิจัยนี้ตั้งเป้าวัตถุประสงค์ไว้เพื่อบูรณาการผลงานวิจัยด้านการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ตามสภาพแวดล้อมต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยอาศัยแบบจำลองการปลูกพืชเป็นเครื่องมือในการขยายผล แล้วสร้างเป็นแบบแผนการจัดการทางการเกษตร (ดิน น้ำ ปุ๋ย) ระดับไร่นา สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ 6 ชนิด คือ ข้าว, ข้าวโพด, อ้อย, มันสำปะหลัง, ถั่ว และสับปะรด และมุ่งหวังนำผลการวิจัยไปใช้ปรับปรุงฐานข้อมูลคำแนะนำของโปรแกรมสารสนเทศในการจัดการทางการเกษตรระดับไร่นา (โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง) ซึ่งในทางปฏิบัติแผนงานวิจัยนี้สามารถแยกวัตถุประสงค์เป็นข้อๆ ได้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสอดคล้องแม่นยำของคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง
2. เพื่อศึกษาเบื้องต้นของการจัดการน้ำในไร่นา สำหรับการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง
3. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

### 1.3 การตรวจเอกสาร

#### โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง

โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ถูกพัฒนาให้เป็นโปรแกรมสารสนเทศหลัก ในการรวบรวมข้อมูลด้านการจัดการดินและปุ๋ย โดยข้อมูลต่างๆ ได้มาจากการบูรณาการจากผลงานการวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องภายในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และพัฒนามาเป็นระบบเรียกใช้ข้อมูลตามเงื่อนไขที่เหมาะสมกับพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละแปลง โดยข้อมูลทางด้านดินจะรับผิดชอบโดยกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลทางด้านคำแนะนำปุ๋ย ได้มาจากสองแหล่งคือ ข้อมูลจากแบบจำลองการปลูกพืช ที่ใช้ในโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด และข้อมูลการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โดยจะเป็นการรวบรวมผลงานวิจัยต่างๆ และสรุปเป็นคำแนะนำ ตามระดับของค่าวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการ ปัจจุบันข้อมูลต่างๆ ในโปรแกรม ยังไม่ถือว่าเป็นข้อมูลที่สมบูรณ์มากนัก จำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมอีกมาก ซึ่งการได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านั้นต้องอาศัยนักวิจัยในหน่วยงานต่างๆ ทำการวิจัยค้นคว้ากันต่อไป (อรรถยะและสมพร, 2554)

โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนมีฟังก์ชันการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และมีการปรับปรุงระบบเรียกใช้ใหม่ ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นและลดความยุ่งยากในการเลือกกลุ่มของข้อมูล โดยโปรแกรมจะเลือกข้อมูลคำแนะนำที่ดีที่สุดแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ยังต้องอาศัยโปรแกรม MS Access 2003 เป็นโปรแกรมหลักในการเรียกใช้งานอยู่ ซึ่งมีหลักในการใช้งานง่าย ๆ ดังนี้ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, มปป)

#### 1. การเลือกขอบเขตการปกครอง

การใช้งานเริ่มจากการเลือกขอบเขตการปกครองตั้งแต่ระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล โดยการเลือกจากช่องตัวเลือกที่อยู่ทางด้านขวามือของจอคอมพิวเตอร์ การเลือกขอบเขตการปกครองนี้เพื่อเป็นการกำหนดลักษณะทางภูมิอากาศ ที่จะใช้ในการให้คำแนะนำ และจะเป็นการคัดกรองข้อมูลชุดดินที่มีโอกาสพบในพื้นที่นั้นๆ ด้วย

#### 2. การตรวจสอบข้อมูลชุดดิน

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูลชุดดินที่แสดงอยู่ในแถบโปรแกรมว่าตรงกับแปลงเกษตรที่ต้องการรับคำแนะนำหรือไม่ การตรวจสอบข้อมูลชุดดินนี้เป็นการตรวจสอบข้อมูลตามสมบัติดินโดยตรง จึงลดปัญหาความคลาดเคลื่อนของแผนที่ดินไปได้ส่วนหนึ่ง

#### 3. การกำหนดชนิดพืชปลูก

การกำหนดชนิดพืชที่จะปลูกนี้ เดิมโปรแกรมมีพืชให้เลือกอยู่ 6 ชนิด คือ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา และปาล์มน้ำมัน ซึ่งในรุ่น 3.0 ได้เพิ่มพืชอีก 6 ชนิด คือ ถั่ว สับปะรด ทุเรียน มังคุด ลำไย และลิ้นจี่ ปัจจุบันแอปพลิเคชันปุ๋ยรายแปลงสำหรับโทรศัพท์ คงให้คำแนะนำในพืชหลัก 6 ชนิด คือ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา และปาล์มน้ำมัน

#### 4. การกำหนดค่าวิเคราะห์ดินสำหรับรับคำแนะนำการใส่ปุ๋ย

โปรแกรมจะให้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยโดยอาศัยค่าวิเคราะห์ดินพื้นฐานของชุดดิน (ค่ามาตรฐาน) ซึ่งในปัจจุบันค่าวิเคราะห์นี้อาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่หากมีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ใหม่ จะสามารถเลือกค่าวิเคราะห์ที่ตรงกับความจริงในแปลงเกษตรได้ ซึ่งสามารถเลือกและป้อนข้อมูลค่าวิเคราะห์ใหม่ได้ ซึ่งคำแนะนำการใส่ปุ๋ยที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์นี้ จะมีความแม่นยำและความเชื่อมั่นสูงกว่า การใช้ค่ามาตรฐาน

### พืชไร่เศรษฐกิจ และคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

พืชไร่เศรษฐกิจ หมายถึง พืชอายุสั้นที่ปลูกในสภาพไร่นา ซึ่งมีผลผลิตมาก มีการซื้อขาย ที่ทำให้เกิดห่วงโซ่ทางเศรษฐกิจต่อเนื่อง ทั้งการค้าขายภายในประเทศจนถึงการส่งออกไปต่างประเทศ จนทำให้มีมูลค่าทางการตลาดสูง มีผลต่อสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ปัจจุบันมีการประกาศพืชเศรษฐกิจไว้ 13 ชนิด ซึ่งในจำนวนนั้น เป็นพืชไร่เศรษฐกิจ จำนวน 5 ชนิด คือ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง และสับปะรดโรงงาน ซึ่งมีความสำคัญดังนี้

1. ข้าว ข้าวเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ ปัจจุบันเป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรส่งออกที่สำคัญของประเทศ โดยในช่วง เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2558 มียอดการส่งออกถึง 9,795,763 ตันข้าวสาร (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2559) ข้าวที่เพาะปลูกในประเทศไทยในปัจจุบันมีหลากหลายพันธุ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ทั้งตามนิเวศการปลูก แบ่งตามการตอบสนองต่อช่วงแสง และแบ่งตามลักษณะพิเศษบางประการ เช่น เป็นธัญพืชเมืองหนาว ข้าวเฉพาะถิ่น และข้าวที่สูง เป็นต้น ซึ่งข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีช่วงอายุ และลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป (กรมการข้าว, 2553)

ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa* L. var *indica* เป็นพืชล้มลุก อยู่รวมเป็นกอ มี 5-15 ต้น ลำต้นมีข้อชัดเจน ใบเดี่ยวออกสลับกัน ใบสีเขียว รูปร่างแบนยาวเรียวยาวปลายแหลม ดอกขนาดเล็ก ออกเป็นช่อใหญ่และยาวขนาน ลักษณะรายละเอียดจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ของข้าว ปลูกโดยใช้เมล็ดและปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยในเรื่องต่อไปนี้

1) พันธุ์ข้าว พันธุ์ข้าวที่ปลูกมีผลต่ออัตราปุ๋ยที่ข้าวต้องการ เช่น ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งตอบสนองต่อปุ๋ยสูง ให้ผลผลิตสูงและปลูกได้ตลอดปี หรือข้าวไวต่อช่วงแสง ซึ่งตอบสนองต่อปุ๋ยต่ำ ให้ผลผลิตปานกลาง และปลูกได้เพียงปีละครั้งในฤดูฝน

2) วิธีปลูกข้าวมีหลายวิธี เช่น หว่านข้าวแห้ง หว่านน้ำตมหรือปักดำ วิธีเหล่านี้จะเป็นเครื่องกำหนดชนิดของปุ๋ย เวลาในการใส่ปุ๋ย รวมทั้งอัตราปุ๋ยที่ใส่ให้เหมาะสม

3) ชนิดของปุ๋ย ทั้งนี้หมายถึงปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี

4) ระยะเวลาที่ใส่ปุ๋ย ระยะเวลาเหมาะสมที่ควรใส่ปุ๋ย สำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง ควรใส่ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกในช่วงปักดำหรือในนาหว่านใส่ช่วง 15-20 วันหลังข้าวออก และระยะที่ข้าวกำเนิดช่อดอก ส่วนข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ควรใส่ 3 ระยะ คือระยะแรก ในช่วงปักดำหรือในนาหว่านใส่ช่วง 15-20 วันหลังข้าวออก ระยะที่ข้าวแตกกอสูงสุด และระยะที่ข้าวกำเนิดช่อดอก

5) วิธีการใส่ปุ๋ย ใช้วิธีที่เหมาะสมเพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ เช่น หว่านปุ๋ยแล้วคราดกลบ

6) อัตราปุ๋ยที่ใช้ โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงสุด

กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว ดังนี้

| รายการวิเคราะห์          | อัตราปุ๋ยที่ใช้                              |                                              |
|--------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                          | ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง                       | ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง                    |
| 1.อินทรีย์วัตถุ (OM,%)   |                                              |                                              |
| < 1                      | ปุ๋ย N 9 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 9 กก./ไร่                             |
| 1-2                      | ปุ๋ย N 6 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 6 กก./ไร่                             |
| >2                       | ปุ๋ย N 3 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 3 กก./ไร่                             |
| 2.ฟอสฟอรัส (P, มก./กก)   |                                              |                                              |
| <5                       | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 กก./ไร่ |
| 5-10                     | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 3 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 3 กก./ไร่ |
| >10                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 กก./ไร่ |
| 3.โพแทสเซียม (K, มก./กก) |                                              |                                              |
| <60                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 6 กก./ไร่              | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 6 กก./ไร่              |
| 60-80                    | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 3 กก./ไร่              | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 3 กก./ไร่              |
| >80                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 0 กก./ไร่              | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 0 กก./ไร่              |

ในปัจจุบันมีการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดินอยู่บ้างแล้ว แต่ยังไม่ครอบคลุมในทุกๆ สายพันธุ์ข้าว โดยกรมการข้าว (2553) ได้ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินเป็นหลักไม่ได้มีการพิจารณาถึงชนิดของดินที่ใช้เพาะปลูก การพิจารณาสายพันธุ์ก็มีเพื่อกำหนดวันเวลาในการใส่ปุ๋ย ในกรณีของปุ๋ยสังเคราะห์การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยพิจารณาถึงชนิดดินไว้ และได้กำหนดสายพันธุ์ข้าวไว้เป็นสองกลุ่มสายพันธุ์คือ ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งใช้ข้าวหอมมะลิ 105 เป็นตัวแทน และกลุ่มสายพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งใช้ข้าวปทุมธานี 1 เป็นตัวแทน ทั้งนี้พบว่าสายพันธุ์ข้าวทั้งสองยังครอบคลุมกลุ่มของข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทยไม่หมด เช่นไม่ครอบคลุมถึงสายพันธุ์ข้าวเหนียว สายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในบางจังหวัด เช่นข้าวสังข์หยด เป็นต้น (ทัศนีย์ อัดตันนท์, 2550)

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อปรับปรุงบำรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ และเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น ทำการค้นคว้าวิจัยระหว่างปี พ.ศ. 2519-2540 ทั้งในดินเหนียว ดินร่วนปนดินเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายและดินทราย ที่จังหวัดนครราชสีมา ปทุมธานี พิษณุโลก ราชบุรี สุรินทร์และปัตตานี พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ในนา 2 ปีแรก ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ กข. 7 เพิ่มขึ้นแต่จะแสดงผลในปีที่ 3 เป็นต้นไป ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ตามอัตราปุ๋ยหมักฟางข้าวที่ใส่และจะเพิ่มอีก เมื่อใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 8-4-4 กิโลกรัมของ N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ โดยใช้ติดต่อกัน 22 ปี ได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 89-146 เปอร์เซ็นต์ ปี 2530 - 2542 ทำการทดลองในดินร่วนปนทราย ชุดร้อยละที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ พบว่าอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าว กข. 23 คือ ใบและกิ่งอ่อน ของต้นกระถินยักษ์อัตรา 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 81 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อัตราปุ๋ยพืชสดที่ดีที่สุดคือ 600 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราปุ๋ยพืชสด 300 กิโลกรัมต่อไร่ใส่ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ เพิ่มผลผลิตได้ 53 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2536 - 2541 การทดลองระบบการปลูกพืชควบโดยปลูกกระถินยักษ์เป็นแถวคู่ ระยะ 50 x 50 เซนติเมตร ในแนวขวางทางลาดเทของพื้นที่สลับกับพื้นที่ปลูกข้าวสาลี โดยใช้แถบต้นกระถินยักษ์ 1 เมตร ต่อแถวข้าวสาลี 3 เมตร แล้วตัดต้นกระถินยักษ์สูงจากระดับพื้น 50 เซนติเมตร นำส่วนที่ตัดออกใส่ลงในนา

ข้าวสารีร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 4-4-4 กิโลกรัมของ  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 84 เปอร์เซ็นต์ ปี 2539 - 2541 ทดลองใช้กากสะเดาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีและสถานีทดลองข้าวโคกสำโรง อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้น 44 และ 56 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (เกษตรสมบูรณ์, ออนไลน์)

**2. ข้าวโพด** ข้าวโพดเป็นพืชที่ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ทั้งสภาพพื้นที่ที่เป็นที่ราบและที่ดอน ไม่มีน้ำท่วมขัง แต่ต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับใช้ตลอดฤดูปลูก เจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด โดยเฉพาะในดินร่วนปนทราย ที่มีการระบายน้ำดี และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 5.5 - 7.0 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2547) โดยผลผลิตของข้าวโพดจะขึ้นอยู่กับจำนวนเมล็ดต่อพื้นที่และน้ำหนักเมล็ด

การใส่ปุ๋ยข้าวโพด กรมพัฒนาที่ดิน (ไม่ระบุปีที่พิมพ์) ได้แนะนำว่า ดินที่มีชนิดของเนื้อดินเหนียวสีแดง ดินร่วนเหนียว ดินเหนียวสีน้ำตาลคล้ำ-สีดำ ควรใส่ครั้งเดียวหมด โดยวิธีรองก้นหลุมพร้อมปลูก โรยข้างแถวกลบ เมื่อข้าวโพดอายุได้ 25-30 วัน หรือเพื่อลดการเสี่ยงต่อการเสียหาย เช่น ฝนแล้งควรแบ่งใส่ปุ๋ยเป็นสองครั้งๆ ละเท่าๆ กัน คือใส่รองก้นหลุมพร้อมปลูกครั้งหนึ่ง และอีกครั้งใส่โรยข้างแถวแล้วพรวนกลบเมื่อข้าวโพดมีอายุ 25-30 วัน ส่วนข้าวโพดที่ปลูกบนดินที่มีชนิดของเนื้อดินเป็นดินร่วนและร่วนเหนียวหรือ ดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนทราย ควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 รองก้นหลุม อีกครั้งหนึ่งใส่โรยข้างแถวแล้วพรวนกลบเมื่ออายุ 25-30 วัน

เทียนชัย สุวรรณเวช (2537) ทดลองให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับข้าวโพดในอัตราต่าง ๆ พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงมากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่างกัน ไม่ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดแตกต่างกันในช่วงอายุ 30-60 วัน นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนยังทำให้ลำต้นข้าวโพดโตกว่าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนการปลูกข้าวโพดด้วยจำนวนประชากร 8,500, 11,000 และ 21,000 ต้นต่อไร่ ทำให้ขนาดลำต้นข้าวโพดเล็กลงตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวโพดล้มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในระหว่างทำการทดลอง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตั้งแต่ 15 กก./ไร่ ขึ้นไป ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวโพดล้มมากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลย และการปลูกข้าวโพดด้วยจำนวน 21,000 ต้น/ไร่ ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวโพดล้มสูงสุดถึง 36.3 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กก./ไร่กับการปลูกข้าวโพดด้วยจำนวนประชากร 21,000 ต้น/ไร่ ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวโพดล้มสูงถึง 57.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดจะสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กก./ไร่ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ส่วนการปลูกข้าวโพดด้วยจำนวนประชากรสูงขึ้นทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดต่ำลง เพราะเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวโพดล้มก็ยิ่งสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามจำนวนประชากรที่เหมาะสมอยู่ในอัตรา 11,000 ต้น/ไร่ สำหรับการทดลองในครั้งนี้

ธงชัย มาลา และคณะ (2540) ศึกษาผลกระทบของการใช้เชื้อ *Azotobacter* ร่วมกับปุ๋ยหมักที่มีต่อการผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองที่เป็นชุดดินกำแพงแสน ประกอบด้วย วิธีการคลุกเชื้อ *Azotobacter* (ผสมเชื้อ *Azotobacter* ลงในกองปุ๋ยหมักแล้วใส่ลงดิน และการคลุกเมล็ดด้วยผงเชื้อ *Azotobacter*) และปริมาณของปุ๋ยหมักที่ใช้ (0, 250, 500, 1,000 และ 2,000 กก./ไร่) ผลการศึกษาพบว่า วิธีการคลุกเชื้อและปริมาณปุ๋ยหมักมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวาน การคลุกเชื้อโดยวิธีการคลุกเมล็ดด้วยผงเชื้อ *Azotobacter* ให้ผลดีกว่าโดยสามารถทำให้ข้าวโพดหวาน มีน้ำหนักแห้งของต้น ผลผลิตความเข้มข้นของไนโตรเจนในพืช และปริมาณเชื้อ *Azotobacter* ในดินสูงกว่าอีกวิธีหนึ่ง การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา

1,000-2,000 กก./ไร่ เป็นอัตราที่เหมาะสมที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่อใช้ ร่วมกับเชื้อ Azotobacter

ปราณี รัตนานพวงศ์ (2542) ศึกษาอิทธิพลของการจัดการศัตรูพืชและชนิดของปุ๋ยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเทียน พันธุ์ SSRTW 8801 โดยมีปัจจัยของปุ๋ย 3 ชนิดคือ ไม่ใส่ปุ๋ย ปุ๋ยมูลไก่เนื้อ และปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ พบว่า ข้าวโพดเทียนที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะให้ค่าลักษณะการเจริญเติบโตไม่ว่าจะเป็นความสูงของต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งตลอดจนน้ำหนักฝักสดสูงสุดเมื่อเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่น ๆ

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และคณะ (2551) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยชีวภาพ และการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานระหว่างปุ๋ยดังกล่าวกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นครสวรรค์ 2 ในดินร่วนปนดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ชุดดินวังสะพุง (fine, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs) ที่ไร่อเกษตรกร อ.ภูพาน จ.ขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2548 พบว่าการใช้ปุ๋ยต่าง ๆ มีผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นแตกต่างจากวิธีทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 898-1,061 กก./ไร่ แต่การใช้ปุ๋ยต่าง ๆ ที่ศึกษาให้ข้อมูลผลการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยผสมผสานระหว่างปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพให้ผลผลิตสูงสุด 1,061 กก./ไร่ สำหรับการดูใช้ธาตุอาหารพืชทั้งหมด (ในส่วนของต้นใบเปลือกฝักชั่งและเมล็ด) พบว่าข้าวโพดมีการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 17.3 , 9.5 และ 14.6 กก./ไร่ของ N P และ K ตามลำดับ

กริช สิทธิโชคธรรม และคณะ (2554) ศึกษาการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์สุวรรณ 4452 ใน 3 ถดปลูก โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบด้วย 10 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดอัตราไนโตรเจนเป็นปุ๋ยรองพื้นตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 8 กก./ไร่ (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กก./ไร่) เป็น 1 N ตำรับการทดลอง 10 ตำรับ คือ ตำรับที่ 1 เป็นตำรับควบคุม ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ตำรับที่ 3 ใส่มูลโค 1 N ตำรับที่ 4 ใส่มูลไก่ 1 N ตำรับที่ 5 ใส่มูลโค 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N ตำรับที่ 6 ใส่มูลโค 3/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/4 N ตำรับที่ 7 ใส่มูลโค 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N ตำรับที่ 8-10 เป็นกลุ่มตำรับที่ใส่มูลไก่ที่มีปริมาณไนโตรเจน และสัดส่วนการใส่เหมือนกับตำรับที่ 5-7 และใส่ปุ๋ยยูเรียแต่งหน้าอัตรา 10 กก./ไร่ ในทุกตำรับการทดลอง ผลการทดลองทั้ง 3 ถดปลูก พบว่า ตำรับควบคุมมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของข้าวโพดต่ำกว่าทุกตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย ตำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับที่ใส่มูลวัว 1N ในทุกถดปลูก และสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N ในถดปลูกที่ 1 ส่วนในถดปลูกที่ 2 และ 3 นั้นตำรับที่ใส่มูลไก่และปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N ต่อผลผลิตของกลุ่มตำรับที่ใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 1N พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นในกลุ่มตำรับมูลโคในทุกถดปลูกและในกลุ่มตำรับมูลไก่ในถดปลูกที่ 3 ส่วนในถดปลูกที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน และในถดปลูกที่ 1 มีค่าลดลง ตำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N และตำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ผลผลิตสูงที่สุดในถดปลูกที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

สุรพล เข้าน้อง และคณะ (2553) ทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ Split-split plot in RCB ทำจำนวน 3 ซ้ำ มี main plot คือ ชนิดปุ๋ย 3 ประเภท (มูลไก่ มูลวัว และปุ๋ยเคมี) ส่วน sub plot คือ อัตราปุ๋ย 3 อัตรา (สำหรับมูลไก่ และมูลวัว คือ 0, 500, และ 1,000 กก./ไร่ ส่วนปุ๋ยเคมี คือ 0, 25 และ 50 กก./ไร่) และ sub-sub plot คือพันธุ์ข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์ (พันธุ์อินทรี 2 พันธุ์ชูการ์ 75 และพันธุ์KSSC 604) โดยปลูก 4 ครั้ง (2 ถด ถดกาลละ 2 แปลง) พบว่า ผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดให้ความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนชนิดของปุ๋ย พบว่าผลผลิตและคุณภาพไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ด้านอัตราปุ๋ยที่ใช้ พบว่า น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

กล่าวคือ อัตราปุ๋ยที่สูงที่สุดให้ผลตอบสนองสูงสุด ส่วนพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักเปลือก จำนวนฝักมาตรฐาน ฝักขนาดใหญ่ ฝักขนาดกลาง ฝักขนาดเล็ก น้ำหนักต้นสด และความหวาน กล่าวคือ พันธุ์ KSSC 604 ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงกว่าพันธุ์ ชูการ์ 75 และพันธุ์อินทรี 2 แต่พันธุ์ชูการ์ 75 ให้น้ำหนักฝักเปลือกเปลือกสูงสุด ส่วนความหวานพบว่า พันธุ์อินทรี 2 ให้ความหวานสูงสุด (16.2°บริกซ์) และพันธุ์ชูการ์ 75 ให้ความหวานต่ำสุด (14.4°บริกซ์) ซึ่งจากผลการทดลอง ชี้ให้เห็นว่า ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวานเหมือนกัน และผลผลิตของข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูง

กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด ดังนี้

| รายการวิเคราะห์          | อัตราปุ๋ยที่ใช้                                 |                                                 |
|--------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                          | ข้าวโพดสีเหลือง                                 | ข้าวโพดฝักสด                                    |
| 1.อินทรีย์วัตถุ (OM,%)   |                                                 |                                                 |
| < 1                      | ปุ๋ย N 20 กก./ไร่                               | ปุ๋ย N 30 กก./ไร่                               |
| 1-2                      | ปุ๋ย N 15-10 กก./ไร่                            | ปุ๋ย N 20 กก./ไร่                               |
| >2                       | ปุ๋ย N 5-10 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 15 กก./ไร่                               |
| 2.ฟอสฟอรัส (P, มก./กก)   |                                                 |                                                 |
| <10                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 10 กก./ไร่   | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 10 กก./ไร่   |
| 10-15                    | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 10-5 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 10-5 กก./ไร่ |
| >15                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 5-0 กก./ไร่  | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 5-0 กก./ไร่  |
| 3.โพแทสเซียม (K, มก./กก) |                                                 |                                                 |
| <60                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 10 กก./ไร่                | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 10 กก./ไร่                |
| 60-100                   | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 10-5 กก./ไร่              | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 10-5 กก./ไร่              |
| >100                     | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 5-0 กก./ไร่               | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 5-0 กก./ไร่               |

**3. อ้อย** อ้อยเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่แตกต่างกันมากคือ ตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียวจัด โดยดินที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยควรมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแฉะ และ ดินร่วนปนดินเหนียว หน้าดินลึก ดินมีโครงสร้างดี ดินมีการระบายน้ำดีถึงค่อนข้างดี และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพียงพอ (บัณฑิตและคำณ, 2539) ซึ่งสภาพแวดล้อมและสมบัติดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีลักษณะดังนี้

- 1) ความลึกของดิน อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีหน้าดินลึก ซึ่งต้องมีหน้าดินลึกอย่างน้อย 80 เซนติเมตร เพราะอ้อยเป็นพืชอายุยืนและหยั่งรากลึก (เกษม สุขสถาน, 2523)
- 2) เนื้อดิน ดินที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ควรมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแฉะ และดินร่วนปนดินเหนียว (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2526)
- 3) การระบายน้ำ ควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำดีถึงค่อนข้างดี (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2526)
- 4) โครงสร้างดิน อ้อยต้องการดินที่มีโครงสร้างดี ดินร่วนซุย แต่มักประสบปัญหาจากการใช้เครื่องจักรกลในการเขตกรรม ทำให้โครงสร้างของดินไม่ดี (Hunsigi, 1993)
- 5) ความหนาแน่นรวมของดิน โดยดินที่เหมาะสมควรมีความหนาแน่นรวมของดินชั้นบนเป็น 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และดินล่างมีค่าเป็น 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Hunsigi, 1993)

6) อากาศในดิน อ้อยเป็นพืชที่ไวต่อการขาดก๊าซออกซิเจน มีผลทำให้พัฒนาการของรากในการดึงดูดธาตุอาหารเสียไป (Hunsigi, 1993)

7) อุณหภูมิดิน ในเขตร้อนอุณหภูมิดินมักไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อวัดที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร จึงไม่เป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย (Sanchez, 1976)

8) ความชื้นในดิน อ้อยเป็นพืชที่อ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้ง โดยเฉพาะในช่วง 3-4 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นช่วงการแตกกอ ช่วงการพัฒนาใบ และการพัฒนาของระบบราก ดังนั้น การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ทำให้จำนวนลำต้นลดลงเนื่องจากการแตกกอลดลง (Robertson et al., 1999)

9) ปฏิกิริยาดิน ช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อยอยู่ในช่วง 6.0 - 8.0 (Hunsigi, 1993)

10) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ โดยทั่วไปปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่เพียงพอแก่อ้อยอยู่ในช่วงร้อยละ 2-4 (Blackburn, 1984)

11) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) โดยดินที่เหมาะสมควรมีค่ามากกว่า 15 meq/100 g หรือ 15 cmol/kg (Blackburn, 1984)

12) ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นค่า (Base saturation) ควรมีค่าสูงกว่าร้อยละ 75 (Blackburn, 1984)

13) ความเค็มของดิน อ้อยเป็นพืชที่มีความทนทานต่อความเค็มปานกลาง ซึ่งระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับอ้อย ควรมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 2 ds/m และไม่ควรมากเกิน 4 ds/m (บัณฑิต ต้นศิริ และคำรณ ไทรพิง, 2539)

ธาตุอาหารหลักซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตอ้อย คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมาก เพื่อให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ อ้อยเป็นพืชที่ใช้ธาตุอาหารจากดินในปริมาณค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการปลูกอ้อยแบบพืชเดี่ยว

ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของอ้อยมาก โดยอ้อยเป็นพืชที่สามารถดูดซับไนโตรเจนได้ในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรต ไนโตรเจนสามารถกระตุ้นและเพิ่มการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ทำให้อ้อยมีการแตกกอมากขึ้น รวมทั้งยังควบคุมการสร้างน้ำตาลของอ้อยด้วย (จักรินทร์ ศรีธำพร, 2533) เมื่ออ้อยมีอายุมากกว่า 4 เดือน จะเริ่มย่างปล้อง มีการขยายยี่ปล้อง สร้างใบใหม่ การเจริญเติบโตในช่วงนี้รวดเร็วมากจึงต้องการน้ำและธาตุไนโตรเจนมาก เมื่ออายุประมาณ 8 เดือน อ้อยจะโตเต็มที่และเริ่มสะสมน้ำตาลในปล้อง (ถวิล ครุฑกุล, 2523) ซึ่งในช่วงนี้หากอ้อยได้รับไนโตรเจนมากเกินไป ทำให้อ้อยยังคงเจริญเติบโตต่อไป ทำให้น้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อยลดลง (ปรีชา ประจวบเหมาะ, 2523)

การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอ้อยปลูกจะดีกว่าอ้อยต่อ ซึ่งอาจเป็นผลจากการเตรียมดิน ทำให้การเจริญเติบโตของรากดีกว่า ส่วนในอ้อยตอเดิมมีโครงสร้างที่เสื่อมลง การระบายอากาศไม่ดี การเจริญเติบโตของรากจึงน้อยกว่าอ้อยปลูก (ปรีชา สุริยพันธ์, 2523) สำหรับความสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจนกับธาตุอื่นๆ พบว่า ในสภาพที่ดินมีความชื้นเพียงพอ ธาตุไนโตรเจนทำให้อ้อยเพิ่มการเจริญเติบโตและมีการใช้ธาตุอาหารอื่นเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น (Barnes, 1953) แต่ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบจะลดลง เมื่ออ้อยแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี (Bowen, 1981)

เวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนขึ้นอยู่กับอายุการเจริญเติบโตของอ้อย ในระยะแรกของการเจริญเติบโต รากมีความสามารถในการหาอาหารได้จำกัด ซึ่งอ้อยจะมีความต้องการธาตุอาหารมากในช่วงการแตกกอ โดยอ้อยที่มีอายุเก็บเกี่ยว 12-14 เดือน ควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนในช่วง 60-90 วัน หลังปลูก (Humbert, 1968)

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการงอก การเจริญเติบโตของราก และการแตกหน่อของอ้อย (ปรีชา ประจวบเหมาะ, 2523) โดยทั่วไปดินในเขตร้อนจะมีการสลายตัวสูง มักขาดธาตุฟอสฟอรัสเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนรูปไปเป็นฟอสฟอรัสที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (ธวัช ดินนังวัฒนะ, 2543) โดยในดินที่เป็นกลางหรือดินที่เป็นด่าง ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้มากกว่ารูปที่ไม่ละลายน้ำ สำหรับดินกรด การเลือกใช้หินฟอสเฟตจะมีความเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรมีค่ามากกว่า 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Blackburn, 1984) อ้อยที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสจะมีการแตกกออ่อน จำนวนลำต่อไร่ลดลง ปล้องอ้อยสั้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง หากมีการเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสจะเร่งการแตกกอได้ดี และมีจำนวนลำต่อไร่เพิ่มขึ้นแต่น้ำหนักผลผลิตต้องอาศัยธาตุไนโตรเจนร่วมด้วย (สุชาติ คำอ่อน, 2548)

โพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตในใบ (Barnes, 1953) ธาตุโพแทสเซียมจึงเป็นธาตุอาหารที่อ้อยต้องการตลอดชีวิต ในดินควรมีโพแทสเซียมมากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Blackburn, 1984) ดินในประเทศไทยส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียม ยกเว้นดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีธาตุโพแทสเซียมต่ำ (พิพัฒน์ และคณะ, 2538) ทั้งนี้อ้อยเป็นพืชที่ต้องการธาตุโพแทสเซียมในปริมาณมากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วง 3-7 เดือน อ้อยมีอัตราการเจริญเติบโตสูง อัตราการดูดซึมโพแทสเซียมเร็วมาก ซึ่งปุ๋ยโพแทสเซียมมีอิทธิพลต่อผลผลิตและความหวาน (ธวัช ดินนังวัฒนะ, 2543)

การใส่ปุ๋ยให้ถูกต้องตรงกับชนิดดินและความต้องการของอ้อย เป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี การใส่ธาตุอาหารลงไปในดินที่มีธาตุอาหารเพียงพอแล้ว จะเป็นการลงทุนที่สูงเปล่า เนื่องจากอ้อยไม่สามารถดูดใช้ธาตุอาหารและจะถูกชะล้างออกไปจากดิน ดังนั้น การใส่ปุ๋ยให้ถูกต้องจะต้องมีความรู้ความเข้าใจลักษณะทางเคมีของดินและปริมาณธาตุอาหารในดินที่เป็นประโยชน์ต่ออ้อย รวมถึงความเป็นพิษของธาตุอาหารบางอย่างด้วย (กลุ่มวิจัยอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการเกษตร, 2546) ลักษณะทางเคมีของดินที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ ปฏิกริยาดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเค็มของดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก การอึดตัวของประจุบวกที่เป็นด่าง และปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ทั้งนี้ ปรีชา (2523) ได้แสดงค่ามาตรฐานของสมบัติดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อย ดังนี้

**ตารางที่ 1** ค่ามาตรฐานสมบัติของดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อย

| สมบัติของดิน                                    | เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม      |
|-------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| 1. ปฏิกริยาดิน (pH)                             | 5.6 – 7.3   | < 4.0 และ > 8.0 |
| 2. อินทรีย์วัตถุ (OM, %)                        | 1.5 – 2.5   | < 1.0           |
| 3. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P, ppm)             | 10 – 20     | < 10            |
| 4. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K, ppm)          | 80 – 150    | < 80            |
| 5. แคลเซียม (Ca, cmol/kg)                       | 0.55 – 1.25 | < 0.55          |
| 6. แมกนีเซียม (Mg, cmol/kg)                     | 0.10 – 0.25 | < 0.10          |
| 7. ทองแดง (Cu, ppm)                             | > 0.2       | < 0.2           |
| 8. สังกะสี (Zn, ppm)                            | > 0.6       | < 0.6           |
| 9. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC, cmol/kg) | > 15        | < 5             |
| 10. การอึดตัวของประจุบวกที่เป็นด่าง (BS, %)     | > 75        | < 35            |
| 11. การนำไฟฟ้า (EC, ds/m)                       | < 2.5       | > 5             |
| 12. ความลึกของหน้าดิน (cm.)                     | > 100       | < 50            |
| 13. ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน (cm.)              | > 160       | < 50            |

กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย ดังนี้

| รายการวิเคราะห์          | อัตราปุ๋ยที่ใช้                              |                                              |
|--------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                          | อ้อยปลูก                                     | อ้อยต่อ                                      |
| 1.อินทรีย์วัตถุ (OM,%)   |                                              |                                              |
| < 1                      | ปุ๋ย N 12 กก./ไร่                            | ปุ๋ย N 18 กก./ไร่                            |
| 1-2                      | ปุ๋ย N 12 กก./ไร่                            | ปุ๋ย N 18 กก./ไร่                            |
| >2                       | ปุ๋ย N 6 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 12 กก./ไร่                            |
| 2.ฟอสฟอรัส (P, มก/กก)    |                                              |                                              |
| <15                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 9 กก./ไร่ |
| 15-30                    | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 9 กก./ไร่ |
| >30                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 3 กก./ไร่ | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 กก./ไร่ |
| 3.โพแทสเซียม (K, มก./กก) |                                              |                                              |
| <60                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 12 กก./ไร่             | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 18 กก./ไร่             |
| 60-90                    | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 12 กก./ไร่             | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 18 กก./ไร่             |
| >90                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 6 กก./ไร่              | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 12 กก./ไร่             |

**4. มันสำปะหลัง** มันสำปะหลัง (ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Manihot esculenta* (L.) Crantz) เป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง เป็นพืชอาหารที่สำคัญอันดับ 5 รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง (กรมวิชาการเกษตร, 2539) มันสำปะหลังจัดเป็นพืชไร่อุตสาหกรรมอีกชนิดหนึ่งนอกเหนือจากอ้อย โดยมีอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากมันสำปะหลังหลายชนิด เช่น แป้งแปรรูป, ผงชูรส, ไลซีน, กลูโคส, ไฮพรักโตส, สารดูดน้ำ และการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง เป็นต้น มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด มีความทนทานต่อสภาวะแห้งแล้งเมื่อเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงติดต่อกันนานๆ ปัญหาโรคและแมลงน้อย นอกจากนี้การปลูกและการขยายพันธุ์ทำได้ง่ายและมีต้นทุนการผลิตไม่สูงมากนัก มันสำปะหลังจึงเป็นพืชเศรษฐกิจพืชที่สำคัญของประเทศไทย สามารถปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะปลูกอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและในภาคตะวันออก

การเลือกพันธุ์ที่ดี เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกับการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี พันธุ์ของมันสำปะหลังแบ่งได้เป็นสองกลุ่มสายพันธุ์คือ ชนิดหวานที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคต่ำ เช่น พันธุ์ห่านาที่ พันธุ์ระยอง 2 และชนิดขมที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูง เช่น พันธุ์ระยอง 1, 3, 5, 60, 90, เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง เป็นต้น โดยแต่ละสายพันธุ์จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันรวมถึงช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมด้วย เช่น พันธุ์ระยอง 7 จะเหมาะสำหรับการปลูกช่วงปลายฝน หรือพันธุ์ห้วยบง จะให้ผลผลิตหัวสดและแป้งสูง เจริญเติบโตรวดเร็ว และสามารถคลุมวัชพืชได้ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2539)

โดยแต่ละพันธุ์จะมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไป เลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกและสามารถหาพันธุ์นั้นๆในพื้นที่ได้ง่าย ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้ปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ สามารถจะยกระดับผลผลิตได้ตามกำลังศักยภาพของดินแต่ละชนิดด้วยการลงทุนที่น้อย ในพื้นที่เดียวกันพันธุ์ที่เหมาะสมอาจมีมากกว่า 1 พันธุ์ แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องมี การจัดการดินและน้ำ เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มศักยภาพของพันธุ์นั้นๆ

ตารางที่ 2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์มันสำปะหลังต่างๆ

| พันธุ์         | ความเหมาะสม                                                                                                                                                                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ระยอง5         | -ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ไม่เหมาะกับดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวและดินดินเหนียวปนทรายแฉ่งที่ฝนน้อยกว่า 1,000 มม./ปี<br>-ในดินร่วนที่มีฝน 800 - 1,000 มม./ปี และเขตที่มีฝนมากกว่า 1,400 มม./ปี จะให้ผลผลิตสูง    |
| ระยอง7         | -ผลผลิตสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้กว้างพอควร ไม่เหมาะกับสภาพดินเหนียวปนทรายแฉ่ง ดินร่วนเหนียวปนกรวดหรือดินเหนียวที่มีฝนน้อยกว่า 1,000 มม./ปี                                                                    |
| ระยอง72        | -ผลผลิตสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี ไม่เหมาะกับสภาพดินเหนียวปนทรายแฉ่งหรือดินร่วนเหนียวปนกรวดที่มีฝนน้อยกว่า 1,000 มม./ปี เหมาะกับดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายที่มีฝน 1,000 – 1,200 มม./ปี |
| ระยอง9         | -ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ให้ผลผลิตสูงในเขตที่ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,400 มม./ปี เหมาะกับดินร่วนปนทราย                                                                                                            |
| เกษตรศาสตร์ 50 | -ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ผลผลิตปานกลาง ไม่เหมาะกับดินเหนียวและดินเหนียวปนทรายแฉ่งที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1,000 มม./ปี ปรับตัวได้ดีในดินร่วนที่มีฝน 800- 1,000 มม./ปี รวมทั้งดินทรายด้วย                      |

การปลูกอย่างถูกวิธีเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลกับผลผลิตที่ดี โดยการเลือกระยะเวลาปลูกที่เหมาะสม มันสำปะหลังสามารถปลูกได้เกือบตลอดทั้งปี เพียงแต่ให้ดินมีความชื้นพอในการงอก ส่วนใหญ่จะมี 2 ช่วง คือ ปลายฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม และต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม การปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฤดูฝนความสม่ำเสมอในการงอกและการเจริญเติบโตจะต่ำกว่าการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน เนื่องจากมีโอกาสที่จะประสบกับฝนทิ้งช่วงในระยะแรกของการเจริญเติบโต มีการเตรียมดิน ควรเตรียมดินให้ลึก ร่วนซุยและทำลายวัชพืชให้หมดสิ้น การเตรียมดินที่ดีจะทำให้ท่อนพันธุ์สัมผัสดินมาก เมื่อตากออกและเจริญเป็นต้นอ่อนแล้วสามารถเจริญเติบโตได้เร็ว การเตรียมดินควรใช้พล 3 ไถครั้งแรกแล้วตามด้วยพล 7 ภายหลังจากฝนตก 2-3 วัน อายุของท่อนพันธุ์ ท่อนพันธุ์ที่ดีควรมีอายุ 11-12 เดือน ไม่ควรใช้ท่อนพันธุ์ที่อ่อนเกินไป (7-8 เดือน) หรือแก่เกินไป (มากกว่า 14 เดือน) เพราะเมื่อนำไปปลูกแล้วจะมีความงอกต่ำไม่ทนต่อสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะฝนทิ้งช่วง ระยะปลูกที่เหมาะสม โดยปกติระยะปลูกสำหรับมันสำปะหลังทุกพันธุ์จะอยู่ที่ระยะ 1.00 x 1.00 เมตร อย่างไรก็ตามสามารถเพิ่มหรือลดระยะปลูกถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงควรใช้ระยะ 1.00 x 1.20 หรือ 1.20 x 1.20 เมตร เพื่อป้องกันการเหี่ยวใบเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการลงหัว ในทางตรงกันข้าม ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น ดินทรายจัดควรใช้ระยะปลูกถี่ขึ้น 1.00 x 0.80 เมตร หรือ 0.80 x 0.80 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้มันสำปะหลังคลุมพื้นที่ได้เร็วลดปัญหาวัชพืช วิธีปลูก ตัดต้นพันธุ์ให้มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร มีจำนวนตาไม่น้อยกว่า 5 ตา เลือกจากส่วนกลางของลำต้น ส่วนโคนและปลายของลำต้นให้ทิ้งไป การตัดท่อนพันธุ์ต้องตัดด้วยความระมัดระวัง อย่าให้กระทบกระเทือนตาบนท่อนพันธุ์หรือให้กระทบน้อยที่สุด โดยการตัดตรงหรือตัดเฉียงเล็กน้อย ปลูกโดยการปักตรงหรือเอียงเล็กน้อยให้ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร

การใส่ปุ๋ย มันสำปะหลังเป็นพืชที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงเมื่อเทียบกับพืชไร่อื่นๆ ดังนั้นจึงต้องการธาตุอาหารเป็นจำนวนมาก เมื่อมีการปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันหลายปี ธาตุอาหารในดินย่อมลดลงตามลำดับ

ส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงตามไปด้วย ดังนั้นการปลูกมันสำปะหลังจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งมีหลักพิจารณาในการใส่ปุ๋ยเคมี ดังนี้ 1) ชนิดปุ๋ยที่เหมาะสม 2) ปริมาณการใช้ที่พอเหมาะ 3) ระยะเวลาการใส่ที่ถูกต้อง และ 4) วิธีการใส่ที่จะเกิดผลดีต่อมันสำปะหลัง กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 หรือสูตร 15-15-15 หรือสูตร 16-8-14 อัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย และอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินทราย โดยให้ใส่ครั้งเดียวหลังจากปลูก 1-2 เดือน

กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง ดังนี้

| รายการวิเคราะห์          | อัตราปุ๋ยที่ใส่                              |
|--------------------------|----------------------------------------------|
| 1.อินทรีย์วัตถุ (OM,%)   |                                              |
| < 1                      | ปุ๋ย N 16 กก./ไร่                            |
| 1-2                      | ปุ๋ย N 8 กก./ไร่                             |
| >2                       | ปุ๋ย N 4 กก./ไร่                             |
| 2.ฟอสฟอรัส (P, มก./กก)   |                                              |
| <7                       | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 8 กก./ไร่ |
| 7-30                     | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 4 กก./ไร่ |
| >30                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 กก./ไร่ |
| 3.โพแทสเซียม (K, มก./กก) |                                              |
| <30                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 16 กก./ไร่             |
| 30-60                    | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 8 กก./ไร่              |
| >60                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 4 กก./ไร่              |

การกำจัดวัชพืช ที่สำคัญก็คือ มันสำปะหลังใช้เวลาประมาณ 3 เดือนหลังจากปลูก เพื่อสร้างพุ่มใบให้คลุมพื้นที่ระหว่างร่องทั้งหมด ดังนั้น ภายในช่วง 3 เดือนแรกถือว่าเป็นช่วงวิกฤตของมันสำปะหลัง ต้องดูแลรักษาให้มันสำปะหลังปลอดวัชพืช ถ้าปล่อยให้วัชพืชแข่งขันกับมันสำปะหลัง มันสำปะหลังจะแคระแกร็น มีผลให้ผลผลิตลดลงมาก การกำจัดวัชพืชสามารถเลือกทำแบบผสมผสาน โดยใช้จอบถาง รดไถเดินตามแถวระหว่างร่อง ใช้สารเคมีประเภทคลุมก่อนวัชพืชงอกหรือสารเคมีฆ่าหลังวัชพืชงอก สารเคมีประเภทคลุมใช้ได้ผลเฉพาะการปลูกต้นฤดูฝนเท่านั้น สารเคมีประเภทฆ่าโดยเฉพาะ ห้ามใช้ไกลโฟเสตในขณะที่มันสำปะหลังต้นเล็กอยู่ เพราะมีผลทำให้ชะงักการเจริญเติบโต

การเก็บเกี่ยว ควรเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุประมาณ 11-12 เดือน แต่สำหรับบางพันธุ์ เช่น ระยอง 72 ห้วยบง 60 ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือควรเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังก่อนที่ต้นมันสำปะหลังจะแตกยอดและใบใหม่ หลังจากผ่านพ้นช่วงแล้งจัด (เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์) ซึ่งจะได้หัวมันสำปะหลังที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด ส่วนมันสำปะหลังพันธุ์อื่นๆถ้าหากต้นมีการแตกยอดและใบใหม่ ควรชะลอการเก็บเกี่ยวออกไปก่อนประมาณ 45-60 วัน หลังการแตกยอด เพื่อให้ต้นมันสำปะหลังสะสมแป้งกลับคืนลงไปที่หัวแล้วจึงทำการเก็บเกี่ยว

5. ถั่ว ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ รองจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลังและอ้อยโรงงาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยมีพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันตามชนิดพืช ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) หรือเรียกว่า Mungbean เป็นพืชที่มีอายุสั้นทำให้ใช้น้ำน้อยกว่าพืชไร่ชนิดอื่นและงอกได้เร็ว การปลูกถั่วเขียวสามารถใช้ในระบบปลูกพืชตามวัตถุประสงค์หรือความเหมาะสมในพื้นที่ เช่น ในพื้นที่ประสบภัยแล้งปลูกทดแทนข้าวนาปรัง ปลูกเพื่อตัดวงจรการระบาดของศัตรูพืช ก่อนหรือหลังการทำนาหรือทำไร่ เป็นปุ๋ยพืชสดช่วยบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในการผลิตแปรรูปเส้น เพาะถั่วงอก และประกอบอาหารอื่นๆ

ช่วงฤดูกาลปลูกถั่วเขียว ถั่วเขียวสามารถปลูกได้ทั้งในช่วงฤดูแล้งหลังการทำนาปี (มกราคม-กุมภาพันธ์) ต้นฤดูฝน (เมษายน-พฤษภาคม) และปลายฤดูฝนหลังเก็บเกี่ยวพืชไร่หลัก (สิงหาคม-กันยายน) เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปอ เป็นต้น โดย 3 ใน 4 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดเป็นพื้นที่ปลูกถั่วเขียวผิวมันได้แก่ พันธุ์อุทอง 1 กำแพงแสน 1 ชัยนาท 60 และ 36, มอ. 1 เป็นต้น ซึ่งมีแหล่งปลูกที่สำคัญคือ เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร นครสวรรค์ ลพบุรี สระบุรี ขอนแก่น ชัยภูมิ เป็นต้น จะทำการปลูกปลายฤดูฝน ส่วนพื้นที่ที่เหลืจะทำการปลูกถั่วเขียวผิวดำได้แก่ พันธุ์อุทอง 2 และพิษณุโลก 2 มีแหล่งปลูกอยู่ที่ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร อุทัยธานี ลพบุรี กำแพงเพชร พิษณุโลก สุโขทัย และอุดรดิตถ์ (กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ, 2554)

ในด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม เฉลิมพลและสมชาย (2554) รายงานว่า ดินที่เหมาะสมกับถั่วเขียวคือดินเหนียวหรือร่วนเหนียวเกาะตัวกันเป็นโครงสร้างที่โปร่ง ถ่ายเทอากาศและระบายน้ำได้ดี หน้าดินลึกมีอินทรีย์วัตถุสูงความเป็นกรด-ด่างของดิน อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 และไม่มีน้ำขัง การเตรียมดินที่ดีทำให้เมล็ดงอกงามได้เร็วและช่วยย่ำจัดวัชพืช ถ้าดินเป็นกรดควรใส่ปูนขาวหรือหินฟอสเฟต 100-200 กิโลกรัม/ไร่ โดยหว่านพุ่มกับการไถพรวนดิน สำหรับวิธีการปลูก ก่อนปลูกควรทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ ถ้ามีความงอกต่ำกว่าร้อยละ 80 ควรเพิ่มจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้ปลูกให้มากขึ้น วิธีปลูกทำได้ 2 แบบคือ 1) ปลูกแบบหว่าน ควรเตรียมแปลงปลูกให้ดีแล้วหว่านเมล็ดพันธุ์ให้สม่ำเสมอ มิฉะนั้นผลผลิตจะต่ำ คุณภาพเมล็ดลดลง การหว่านที่เหมาะสมคือใช้เมล็ดพันธุ์ 4-5 กิโลกรัม หว่านอย่างสม่ำเสมอในเนื้อที่ 1 ไร่ (แต่ถ้าใช้พันธุ์ชัยนาท 60 ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ 7 กิโลกรัม/ไร่) และ 2) ปลูกแบบเป็นแถว ใช้ระยะแถว 50 เซนติเมตร ระยะหลุม 20 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด หรือจะโดยเป็นแถวหลังจากงอกแล้วถอนให้เหลือ 15-20 ต้น/แถว ยาว 1 เมตร (แต่ถ้าเป็นพันธุ์ชัยนาท 60 ถอนให้เหลือ 20-30 ต้น/เมตร) ในด้านธาตุอาหารพืช จะใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 20-30 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 16-20-0 อัตรา 20-25 กิโลกรัม/ไร่ โดยเปิดร่องให้ลึก 6-8 นิ้ว โรยปุ๋ยทั้งหมดที่ก้นหลุมแล้วกลบด้วยดิน แล้วจึงหยอดเมล็ดลงไปกลบดินบาง ๆ ให้เมล็ดถั่วอยู่ใต้ผิวดิน 1-2 นิ้ว เมื่อต้นถั่วงอกออกมาจะใช้ปุ๋ยทันที

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) หรือ Soybean ลักษณะทั่วไปถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร ลำต้นสีเหลี่ยมปกคลุมด้วยขนสีเทาขาว ใบเป็นใบประกอบแบบนิ้วมือ ใบประกอบด้วยใบย่อย 3 ใบ รูปร่างคล้ายรูปไข่ปลายแหลมใบค่อนข้างหนา ผิวมันทั้งด้านบนและด้านล่าง ดอกเป็นช่อสีขาวหรือม่วงแดง ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 25-30 วันเก็บเกี่ยวอายุประมาณ 90-100 วัน ฝักแบนยาวติดเป็นกระจุกที่ข้อของต้น และกิ่งในฝักมีเมล็ด 3-5 เมล็ดรูปไข่ เมล็ดกลม ผิวสีเหลืองมันตาค่อนข้างลึกสีน้ำตาลอ่อน มีคุณค่าทางโภชนาการเป็นแหล่งที่ดีของไขมันและโปรตีนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เมล็ดถั่วเหลืองมีหลายขนาดและหลากหลายสีรวมถึงสีดำ สีน้ำตาล สีฟ้า สีเหลืองเปลือกถั่วเหลืองที่แก่แล้วจะแข็งแรงทนต่อน้ำ ถ้าส่วนห่อหุ้มเมล็ดแตก ถั่วเหลืองอาจจะไม่งอก รอยที่คล้ายๆแผลเป็นสามารถเห็นได้ชัด บนส่วนห่อหุ้มเมล็ดเรียกว่า hilum หรือ แผลเป็นบนเมล็ดพืช และเป็นคล้ายรูเปิดเล็กๆ ที่สามารถดูดซึมน้ำ เข้าไปได้แต่ที่น้ำสังเกต เมล็ด

ถั่วเหลืองบรรจุโปรตีนไว้มาก และสามารถทำให้แห้งโดยไม่เสียหายและสามารถทำให้ฟื้นกลับมาโดยการให้น้ำ (กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ, 2554)

ถั่วเหลืองที่ปลูกในประเทศไทย จะมี 2 ลักษณะ คือ การปลูกในฤดูฝนในที่ดอน ซึ่งเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน และการปลูกในฤดูแล้งในที่ลุ่มตามหลังการปลูกข้าว ซึ่งเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำชลประทาน เกษตรกรในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เช่นในจังหวัดเชียงใหม่ นิยมปลูกถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวเป็นหลักในพื้นที่ที่มีการชลประทาน โดยปลูกข้าวในฤดูฝนตามด้วยถั่วเหลืองในฤดูแล้ง เกษตรกรจะปลูกถั่วเหลืองในเดือนธันวาคมและมกราคม และเก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน

เกษตรกรทางภาคเหนือนิยมปลูกถั่วเหลืองโดยไม่เตรียมดิน เกษตรกรจะใช้วิธีเผาตอซังข้าว เพื่อเป็นการกำจัดตอซังและควบคุมวัชพืช โดยการตัดตอซังข้าวให้สั้นชิดกับดิน กลิ้งให้เต็มพื้นที่ แล้วเผาตอซัง จากนั้นจึงปล่อยน้ำให้ท่วมแปลงแล้วปล่อยน้ำออก รอจนกระทั่งดินขึ้นแต่พอหมาด ๆ จึงกระทุ้งหลุมปลูก ใช้ขี้เถ้าจากการเผากลบเมล็ด การเผาตอซังข้าว นอกจากจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังส่งผลเสียต่อดิน กล่าวคือ ทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไป เนื้อดินจับตัวแน่นและแข็ง สูญเสียอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดิน ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ดินที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลืองฤดูแล้ง โดยทั่วไปจะมีลักษณะที่สำคัญคือ มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ร่วนเหนียวหรือร่วนเหนียวปนทราย ค่อนข้างเหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเหลือง (กิตตินันท์ และสุภาณี, 2548) ดินที่ใช้ปลูกถั่วเหลืองฤดูแล้งหลังนาอาจมีความแตกต่างเฉพาะกันไป อาจมีการปรับพื้นที่บ้างเพื่อประโยชน์ในการระบายน้ำของดิน เนื่องจาก การปลูกถั่วเหลืองต้องมีการระบายน้ำไม่ให้ท่วมขัง แต่ดินในสภาพแปลงนาข้าวในฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าว จะมีลักษณะอัดตัวกันแน่น และระบายน้ำยาก ซึ่งเป็นผลมาจากการเตรียมดินสำหรับการทำนา หรือที่เรียกว่า การทำเทือก ซึ่งเป็นวิธีการไถเตรียมดินในสภาพที่ดินอึดตัวด้วยน้ำ (Saturation) มีประโยชน์สำหรับการปักดำ ช่วยลดอัตราการไหลซึมลึกของน้ำลงสู่ใต้ดิน ในทางตรงกันข้าม การทำเทือกจะเป็นการทำให้ดินมีการแตกตัวจากเม็ดดิน เป็นอนุภาคดิน ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่ถั่วเหลืองจะชอบลักษณะดินที่โปร่ง และระบายน้ำดี

ความต้องการธาตุอาหารสำหรับถั่วเหลืองมีความต้องการไนโตรเจน (N) สูง อาจต้องใช้มากกว่า 20 กิโลกรัม N ต่อผลผลิต 300 กิโลกรัมต่อไร่ (สุวพันธ์ รัตนะรัต, 2542) แต่พืชตระกูลถั่วทั่ว ๆ ไป สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้ประโยชน์ได้ โดยกระบวนการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ไรโซเบียมที่อาศัยอยู่ที่ปมรากถั่ว กรมวิชาการเกษตร (2548) ได้แนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชตระกูลถั่วว่า ถ้ามีการคลุมไรโซเบียมก่อนปลูก ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติม หรือใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ ในกรณีดินมีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 1% สำหรับ ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) นั้น ถั่วเหลืองต้องการน้อยกว่าไนโตรเจน

สูตรปุ๋ยที่แนะนำในการปลูกถั่วเหลืองสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของพื้นที่ปลูก เช่น นาหลังเก็บเกี่ยวข้าว ดินร่วนปนทราย ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ดินเหนียว ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 0-40-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 0-40-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกในดินไร่ ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตรใกล้เคียง เช่น 6-24-24 หรือ 15-15-15 หรือ 16-20-0 อัตราเดียวกัน วิธีการใส่ปุ๋ย ควรใส่ปุ๋ยทั้งหมดก่อนปลูกหรือพร้อมการปลูกโดยหยอดกันหลุมหรือกันร่องแถวปลูก กลบดินบางๆ แล้วจึงหยอดเมล็ด หรือใส่ปุ๋ยหลังปลูกโดยการเปิดร่องตื้นๆ แล้วโรยปุ๋ยตามแนวร่องห่างจากโคนต้นถั่วเหลืองประมาณ 10 เซนติเมตร ( 1 ฝ่ามือ) แล้วไถกลบ พร้อมกับการกำจัดวัชพืชครั้งแรก เมื่อถั่วเหลืองอายุ 15-20 วัน (กัลยา รัตนถาวร, 2541)

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) หรือ Groundnuts เป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถปลูกได้ทั้งปี และสามารถนำมาใช้บริโภคได้หลายรูปแบบ มีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยโปรตีนในเมล็ดร้อยละ 22.3 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันร้อยละ 50.2 ถ้าสกัดเอาไขมันออกไปโปรตีนจะเพิ่มถึงร้อยละ 60.1 มีไขมันที่มีคุณภาพดีสูง ที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ร้อยละ 50-60 ได้แก่ โอเลอิก, ลิโนลิกและอาราคิดิต มีวิตามินและเกลือแร่ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบี 1 บี 2 และไนอาซิน นอกจากนี้ซากถั่วลิสงสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้เนื่องจากต้นถั่วลิสงเองมีปมรากถั่วที่มีเชื้อไรโซเบียมอาศัยอยู่ แหล่งปลูกที่สำคัญของถั่วลิสงมีมากในภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดลำปาง น่าน เชียงราย พะเยา เชียงใหม่ แพร่ เป็นต้น และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดเลย กาฬสินธุ์ นครราชสีมา อุตรดิตถ์ อุบลราชธานี เป็นต้น โดยการปลูกถั่วลิสงในแต่ละพื้นที่จะใช้สายพันธุ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และสภาพพื้นที่ เช่น ปลูกสำหรับใช้บริโภคในรูปถั่วต้มสด สายพันธุ์ที่ใช้ประกอบด้วย พันธุ์ สข.38 และ พันธุ์ลำปาง หรือปลูกสำหรับใช้ในรูปถั่วกะเทาะเปลือก สารพันธุ์ที่เหมาะสมประกอบด้วย สายพันธุ์ไทนาย 9, พันธุ์ขอนแก่น 60-1 และสายพันธุ์ขอนแก่น 60-2 เป็นต้น

ลักษณะดินที่เหมาะสมควรเป็นดินร่วนปนทราย หน้าดินลึกมีการระบายน้ำดีไม่มีน้ำขัง ค่าวิเคราะห์ดินที่เหมาะสมคือ ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 5.8-6.5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 1.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้มากกว่า 10 ส่วนต่อล้านส่วน ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มากกว่า 30 ส่วนต่อล้านส่วน ปริมาณแคลเซียมมากกว่า 200 ส่วนต่อล้านส่วน ยกเว้นสายพันธุ์ที่มีเมล็ดโต (จัมโบ้) ปริมาณของแคลเซียมในดินที่วิเคราะห์ได้ควรมีค่ามากกว่า 400 ส่วนต่อล้านส่วน การเตรียมดิน โดยการไถดินลึก 15-20 เซนติเมตร พรวนให้ร่วนซุยและคราดกำจัดวัชพืช หากดินเป็นกรดควรใส่ปูน หรือหินฟอสเฟตตามค่าความต้องการปูนที่ได้จากผลการวิเคราะห์ดิน สำหรับการปลูกในที่นาฤดูแล้งที่มีการให้น้ำควรรยกแปลงให้ดินมีการระบายน้ำดี ขนาดของแปลงกว้างอยู่ในช่วง 60-90 เซนติเมตร ปลูก 2-3 แถว ระยะปลูกระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถวอยู่ในช่วง 30-50 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการปลูกถั่วลิสงสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดปานกลาง เช่น พันธุ์ไทนาย 9, ขอนแก่น 5, ขอนแก่น 4 ฯลฯ ควรใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ส่วนถั่วลิสงเมล็ดโต (จัมโบ้) และพันธุ์กาฬสินธุ์ 2 ควรใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร

ปริมาณธาตุอาหารพืชตามคำแนะนำทั่วไปเป็นการแนะนำตามชนิดของเนื้อดิน คือ ดินร่วน-ร่วนเหนียว ใช้ปุ๋ยปริมาณ  $N-P_2O_5-K_2O$  อัตรา 3-9-0 กิโลกรัมต่อไร่ ดินร่วนปนทราย ใช้ปุ๋ยปริมาณ  $N-P_2O_5-K_2O$  อัตรา 3-9-6 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยสูตร 12-24-12 หรือ 15-15-15 อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ในช่วงพร้อมกับการปลูก หรือหลังงอกไม่เกิน 15-20 วัน พร้อมกับการกำจัดวัชพืช โดนโรยปุ๋ยและพรวนคลุกเคล้ากับดินข้างแถวปลูก สำหรับถั่วลิสงเมล็ดโตหาที่ดินมีค่าแคลเซียมต่ำกว่าระดับ 400 ส่วนต่อล้านส่วน ควรใส่ยิปซัมในอัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงออกดอกแรกหรือถั่วลิสงมีอายุ 30 วัน จะช่วยให้ฝักและเมล็ดสมบูรณ์มากขึ้น ผลผลิตสูงขึ้น (กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ, 2554)

ในด้านการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียวพบว่ามีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยส่วนมากการศึกษาวิจัยถั่วเขียวเป็นการศึกษาในด้านการปรับปรุงพันธุ์และรูปแบบการปลูกถั่วเขียวเป็นพืชแซมหรือเป็นพืชหมุนเวียนในระบบ เช่น จากการศึกษาของ อนุชา (2540) ได้ทำการศึกษากถึง อิทธิพลของรูปแบบการปลูกและวันปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวและข้าวไร่ในระบบพืชแซม พบว่าการปลูกถั่วเขียวเป็นพืชแซมร่วมกับข้าวไร่มีผลทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกถั่วเขียวเพียงอย่างเดียว และการปลูกถั่วเขียวช้ากว่าข้าวไร่มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตของข้าวไร่และถั่วเขียวลดลงมากกว่าการปลูกถั่วเขียวพร้อมกับข้าวไร่

สำหรับการศึกษาวิจัยถั่วเหลืองได้มีการศึกษาทั้งในด้านการตรึงไนโตรเจน สมดุลของธาตุอาหารและเทคนิคในการเพิ่มผลผลิต เช่น

การศึกษาการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลือง ปริญาวดี (2541) ได้ทำการศึกษาเวลาและอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการตรึงไนโตรเจนและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่า จากการเก็บตัวอย่างพร้อมน้ำหล่อเลี้ยงลำต้นที่ระยะการเจริญ V6, R1, R3, R5 และ R7 การใส่ปุ๋ย 16 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถทำให้ถั่วเหลืองมีน้ำหนักแห้งและผลผลิตสูงสุด เมื่อเทียบกับการใส่ 0 และ 8 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามการใส่ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น โดยการใส่ปุ๋ย 16 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถตรึงไนโตรเจนได้ 20.6-25.8 กิโลกรัม N ต่อไร่

การศึกษาสมดุลของธาตุอาหาร สุวิมล (2545) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสมดุลของธาตุอาหารโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในการผลิตถั่วเหลือง พบว่า ถั่วเหลืองจะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยแมกนีเซียมเมื่อดินมีการอิ่มตัวด้วยแมกนีเซียมต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ จะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองได้ 12.21 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาเทคนิคในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง จุฑารัตน์ (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตถั่วเหลืองในเขตน้าฝนในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย พบว่า การปลูกถั่วเหลืองในแปลงปลูกที่มีน้ำท่วมและการให้ปุ๋ยน้ำในปริมาณมากทำให้ผลผลิตต่ำ ส่วนแปลงปลูกที่มีความลาดชันทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่ม รวมทั้งการใช้เมล็ดพันธุ์ การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชและการใช้แรงงานในปริมาณมากจะทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า แปลงปลูกใดที่มีน้ำท่วมและให้ปุ๋ยน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 1.23 และ 0.09 ตามลำดับ ในขณะที่ถ้าใช้แรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.12 ถ้าใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.16 และถ้าใช้เมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.17 ส่วนแปลงปลูกที่มีความลาดชันจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.39 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีความลาดชัน

สำหรับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับถั่วลิสงได้มีการศึกษาการเจริญเติบโตและการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น การศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโต เทวา (2531) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วลิสง ภายใต้ฤดูปลูกที่แตกต่างกัน พบว่าพันธุ์ถั่วเหลืองและถั่วลิสงที่แตกต่างกันจะมีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดสารสังเคราะห์ที่ไมเท่าเทียมกัน พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจะมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการสะสมน้ำหนักเมล็ด ตลอดจนมีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดสารสังเคราะห์ในอัตราที่สูงกว่าที่มีผลผลิตต่ำทั้งที่ปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้ง

ในด้านการปรับปรุงบำรุงดิน ในปี พ.ศ. 2531 สุพจน์ ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของวิธีการเตรียมดินและความชื้นของดินต่อความต้านทานของดินและการสร้างฝักของถั่วลิสง พบว่า การเตรียมดินมีผลกระทบต่อการต้านทานต่อการแทงทะลุของดิน โดยการเตรียมดินด้วยจอบหมุนทำให้ค่าความต้านทานต่อการแทงทะลุของดินในช่วงถั่วลิสงแทงเข็มและสร้างฝักต่ำกว่าการไม่ไถเตรียมดิน และความต้านทานต่อการแทงทะลุของดินมีผลกระทบในทางลบต่อความยาวของเข็มที่แทงลงดิน ความลึกของฝัก ความยาวของก้านฝักและจำนวนฝักแต่ไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง

กมล (2550) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองของถั่วลิสงต่อการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และยิปซัม โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วลิสงสายพันธุ์พระราชทานกับสารพันธุ์ไทนาน 9 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และยิปซัมในดินที่มี ค่า pH เท่ากับ 5.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส 115 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและโพแทสเซียม 48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่ทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์ในส่วนของดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างระหว่าง

สายพันธุ์โดยพันธุ์พระราชทานมีการเจริญเติบโตมากกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ในขณะที่ผลผลิตที่ได้จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับยิปซัมและการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับยิปซัมและปุ๋ยเคมี ของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีค่าเพิ่มขึ้นจากตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย เฉลี่ย 12.2, 13.2 และ 14.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์พระราชทานเพิ่มขึ้น 6.9, 4.4 และ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว ดังนี้

| รายการวิเคราะห์          | อัตราปุ๋ยที่ใส่                              |                      |
|--------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|                          | ใช้โรโซเปียม                                 | ไม่ใช้โรโซเปียม      |
| 1.อินทรีย์วัตถุ (OM,%)   |                                              |                      |
| < 1                      | ปุ๋ย N 0-3 กก./ไร่                           | ปุ๋ย N 12-20 กก./ไร่ |
| 1-2                      | ปุ๋ย N 0 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 9-15 กก./ไร่  |
| >2                       | ปุ๋ย N 0 กก./ไร่                             | ปุ๋ย N 6-10 กก./ไร่  |
| 2.ฟอสฟอรัส (P, มก./กก)   |                                              |                      |
| <8                       | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 9 กก./ไร่ |                      |
| 8-12                     | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6 กก./ไร่ |                      |
| >12                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 3 กก./ไร่ |                      |
| 3.โพแทสเซียม (K, มก./กก) |                                              |                      |
| <40                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 6 กก./ไร่              |                      |
| 40-80                    | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 3 กก./ไร่              |                      |
| >80                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 0 กก./ไร่              |                      |

จากข้อมูลข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่ามีความจำเป็นต้องมีการศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ระดับไร่นาสำหรับการเพิ่มผลผลิตของพืชตระกูลถั่วเศรษฐกิจทั้ง 3 (ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง) สำหรับแนวทางการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ที่ชัดเจนเป็นหนึ่งเดียวกันตามสภาพแวดล้อมทางการเกษตรที่เหมือนกัน อันจะเป็นผลให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

**6. สับปะรด** สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจำพวกไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุหลายปี มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* (L.) Merr. มีชื่อสามัญว่า Pineapple จัดอยู่ในวงศ์ Bromeliaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นหนึ่งในพืชที่ปลูกในพื้นที่เขตร้อนและเขตกึ่งร้อน สามารถเก็บน้ำเอาไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อยและมีเซลล์พิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้สามารถทนทานต่อช่วงแห้งแล้งได้ดี (จารุพันธ์, 2526) โดยทั่วไปการเจริญเติบโตทางลำต้นขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของขนาดต้นสับปะรด มักแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศ ส่วนใหญ่จะมีอายุประมาณ 8-14 เดือนหลังจากปลูก ระยะการเจริญพันธุ์อายุประมาณ 5 เดือนหลังจากบังคับดอก รวมอายุการเก็บเกี่ยวของสับปะรดประมาณ 13-19 เดือน

สับปะรดเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิดแต่จะเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงควรมีลักษณะตามหลักเกษตรที่ดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด (Good Agricultural Practice (GAP) for Pineapple) (กรมวิชาการเกษตร, 2545) คือ สภาพพื้นที่ควรอยู่ในเขตเกษตรเศรษฐกิจสับปะรด เป็นพื้นที่ราบหรือที่ดอน ที่มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 600 เมตร มีความลาดเอียงประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ควร

เกิน 5-10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีน้ำท่วมขัง ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ และการคมนาคมสะดวก อยู่ใกล้โรงงานหรือแหล่งรับซื้อผลผลิต

ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสับปะรด คือ เป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 4.5-5.5 สับปะรดเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ประมาณ 24-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอ ประมาณ 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีแสงแดดจัด ที่สำคัญคือแหล่งน้ำ ควรมีน้ำเพียงพอสำหรับใช้เมื่อจำเป็น ซึ่งควรเป็นน้ำสะอาดปราศจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีพิษปนเปื้อน

แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทยอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเล ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา จันทบุรี ตราด และจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร ซึ่งนิยมปลูกในสวนยาง และในปัจจุบันมีการปลูกสับปะรดในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณริมแม่น้ำโขง ได้แก่ อุดรธานี นครพนมหนองคาย ในภาคเหนือ ได้แก่ ลำปาง และภาคกลางตอนบน ได้แก่ อุทัยธานี

สับปะรดสามารถจำแนกพันธุ์ตามลักษณะความแตกต่างทางด้านรูปร่าง รูปทรง คุณภาพและรสชาติออกเป็นกลุ่มได้ 5 กลุ่มคือ กลุ่ม Smooth Cayenne กลุ่ม Queen กลุ่ม Spanish กลุ่ม Maipure และกลุ่ม Abacaxi (Chan et al., 2003) สำหรับในประเทศไทยพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสับปะรดบริโภคสดจะเป็นพันธุ์ในกลุ่ม Smooth cayenne ได้แก่ ปัตตาเวีย และกลุ่ม Queen ได้แก่ สวี ภูเก็ต แต่พันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย คือพันธุ์ปัตตาเวียเพียงอย่างเดียว (จารุพันธุ์ ทองแถม, ม.ล.)

สับปะรดเป็นพืชทนแล้งเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำ และอากาศดี มีความเป็นกรดเล็กน้อย พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกส่วนมากเป็นดินที่มีเนื้อหยาบเช่น ดินทราย ดินร่วนดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนลูกรัง ความลาดเอียงของพื้นที่ที่เหมาะสมประมาณ 1.2 % ต้องการอากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี แต่ต้องตกกระจายสม่ำเสมอตลอดปี และมีความชื้นในอากาศสูง ดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของสับปะรดควรมี pH 5.5 และมีระดับธาตุอาหารที่สำคัญต่างๆ เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 1.5 %  $P_2O_5$  เท่ากับ 20 ppm  $K_2O$  เท่ากับ 60-150 ppm Ca เท่ากับ 25-100 ppm และ Mg เท่ากับ 10-50 ppm

การปลูกสับปะรดแนะนำให้ปลูกแบบแถวคู่ ระยะปลูก 30 x 50 x (80-90) เซนติเมตร จะปลูกได้ประมาณ 7,500-8,500 ต้นต่อไร่ แต่ไม่ควรเกิน 12,000 ต้นต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2545) การให้ปุ๋ยแนะนำให้แบ่งใส่เป็น 3 สูตรคือ ปุ๋ยรองพื้น ใส่เมื่อสับปะรดเริ่มตั้งตัวและมีความชื้นพอ ปุ๋ยเร่งทางกาบใบ แบ่งใส่เป็น 3 ครั้ง ห่างกันประมาณ 2-3 เดือน และปุ๋ยเร่งฉีดทางใบจะให้เมื่อสับปะรดได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ โดยฉีดปุ๋ยให้ทางใบช่วยฉีดประมาณ 3 ครั้งก่อนบังคับดอก และฉีดหลังบังคับดอก 1 ครั้ง แม้ว่าสับปะรดจะเป็นพืชทนแล้งและสามารถปลูกได้ในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนต่อปีค่อนข้างต่ำ แต่การให้น้ำสับปะรดจะทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ขนาดและคุณภาพผลผลิตสม่ำเสมอ และได้ขนาดตามความต้องการของโรงงาน โดยเฉพาะในช่วงหลังจากหยุดสารในสับปะรดเมื่อบังคับผลแล้ว ดังนั้นการให้น้ำสับปะรดอย่างสม่ำเสมอในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะช่วงการเจริญเติบโตของต้น ช่วงหลังบังคับผล จนถึงช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อขนาดและคุณภาพของผลสับปะรด โดยให้น้ำประมาณ 300 มล./ต้น/สัปดาห์ และหยุดให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 15-30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

สับปะรดต้องการไนโตรเจน เพื่อเร่งความเจริญเติบโตของต้นและมีผลกับน้ำหนักของผล ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตั้งแต่ระยะแรกปลูกจนถึงก่อนบังคับผล ไม่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลังจากที่พืชออกดอกในระยะตา

แดงแล้วเพราะ อาจจะมีผลทำให้เกิดสารไนเตรตตกค้างในผล การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปมีผลให้คุณภาพของเนื้อในผลด้อยลง เนื้อฉ่ำน้อยเกินอาการสุกเขียวและปริมาณกรดในผลลดลง อาการขาดธาตุไนโตรเจน จะทำให้สับปะรดเจริญเติบโตช้า ต้นแคระแกร็น ใบเหลืองซีด ผลผลิตต่อขนาดของผลเล็ก การเกิดหน่อและตะเกียงลดลงอย่างมาก

สับปะรดต้องการฟอสฟอรัส ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสับปะรด โดยช่วยเปลี่ยนแปลงพลังงานจากแสงแดดให้เป็นประโยชน์กับพืช สับปะรดต้องการฟอสฟอรัสปริมาณเล็กน้อยแต่ถ้าในสภาพแห้งแล้ง การดูดธาตุอาหาร ฟอสฟอรัสจากดิน อาจมีผลทำให้เกิดอาการขาดธาตุอาหารได้ ถึงแม้ว่าสับปะรดต้องการธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณน้อย แต่ก็มีผลสำคัญในการสร้างดอกและการเจริญเติบโตของผล ถ้าหากขาดธาตุฟอสฟอรัสจะทำให้ใบแคบ และใบที่แตกใหม่มีสีเขียวปนม่วง

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับคุณภาพของผลผลิตสับปะรด ช่วยให้ต้นและผลสับปะรดต้านทานต่อโรคพืชต่างๆ โดยเฉพาะโรคเนื่อแกนของผลช่วยให้สับปะรดเนื้อแน่นไม่ฟ้าม เนื้อผลสีเหลืองสวย และมีกลิ่นและรสชาติดี ช่วยเพิ่มปริมาณกรดในผล และมีผลกับปริมาณสัดส่วนของกรดและน้ำตาลในผล ช่วยให้ทนทานต่อความแห้งแล้ง การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมกับสับปะรดจะใช้ในรูปของโพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50) ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำตาล และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ช่วยเพิ่มปริมาณกรด ควรใส่ควบคู่ในสัดส่วนประมาณ 1:2 ถ้าใส่โพแทสเซียมปริมาณมากเกินไปอาจทำให้พืชขาดธาตุอาหารแคลเซียมและแมกนีเซียม สับปะรดต้องการธาตุโพแทสเซียมในปริมาณมาก ถ้าหากสับปะรดขาดธาตุโพแทสเซียมจะทำให้ปลายใบไหม้ ใบแก่จะมีจุดสีเหลือง และเหี่ยวแห้งไป ผลมีขนาดเล็ก ผลแก่ช้าและมีปริมาณกรดอยู่น้อยมาก

กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด ดังนี้

| รายการวิเคราะห์          | อัตราปุ๋ยที่ใส่                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.อินทรีย์วัตถุ (OM,%)   |                                               |
| < 1.5                    | ปุ๋ย N 75 กก./ไร่                             |
| 1.5-2.5                  | ปุ๋ย N 50 กก./ไร่                             |
| >2.5                     | ปุ๋ย N 25 กก./ไร่                             |
| 2.ฟอสฟอรัส (P, มก./กก)   |                                               |
| <6                       | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 34 กก./ไร่ |
| 6-45                     | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 17 กก./ไร่ |
| >45                      | ปุ๋ย P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0 กก./ไร่  |
| 3.โพแทสเซียม (K, มก./กก) |                                               |
| <35                      | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 136 กก./ไร่             |
| 35-140                   | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 68 กก./ไร่              |
| >140                     | ปุ๋ย K <sub>2</sub> O 34 กก./ไร่              |

### น้ำในดินและการจัดการ

ความชื้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ จากการที่พืชส่วนใหญ่อาศัยดินเป็นตัวกลางของการเจริญเติบโตและการดำรงชีพ ความชื้นของดินจึงมีความสำคัญต่อพืชเป็นอย่างมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดังนั้น การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจึงมีความสำคัญเพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

รากพืชจะเจริญไปในดินบริเวณที่มีความชื้น และดูดน้ำจนกระทั่งศักยภาพของน้ำในดินนั้น ลดลงถึงระดับวิกฤติ จากนั้นรากจะไม่สามารถดูดน้ำได้อีกต่อไป ส่วนของน้ำในดินที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้นี้เรียกว่า น้ำที่เป็นประโยชน์ (Available Water) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่างระดับความชื้นในดินที่จุดอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน (Field Capacity, FC) และจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point, PWP)

ปริมาณของน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินที่มีเนื้อดินเหนียวมากกว่าจะสามารถอุ้มน้ำส่วนนี้ไว้ได้มากกว่า เช่น ดินร่วนปนเหนียว (Clay Loam) จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ประมาณ 20% (โดยน้ำหนัก) เปรียบเทียบกับดินทรายละเอียดจะมีอยู่เพียงประมาณ 7% (โดยน้ำหนัก) เท่านั้น หรือถ้าจะคิดคำนวณเป็นปริมาณน้ำในดินดังกล่าวในรูปของปริมาตรแล้วจะได้ประมาณ 17 และ 8 เซนติเมตร ต่อความลึกของดิน 1 เมตร สำหรับดินร่วนปนเหนียว และดินทรายละเอียด ตามลำดับ ศักยภาพของน้ำในดิน ( $\psi_{\text{soil}}$ ) ขึ้นอยู่กับพลังงานก่อกับกอนดิน ( $\psi_m$ ) และพลังงานก่อกับตัวละลาย ( $\psi_s$ ) เป็นประการสำคัญ และค่าศักยภาพของน้ำในดินนี้สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ FC และ PWP ดังนี้ คือ ที่จุด FC จะมีค่า  $\psi_{\text{soil}}$  ประมาณ -0.1 ถึง -0.3 bars และที่จุด PWP จะมีค่า  $\psi_{\text{soil}}$  ประมาณ -15 ถึง -20 bars แต่โดยทั่วไปจะยอมรับกันที่ -15 bars น้ำที่จุด PWP มีความสำคัญต่อพืชน้อยมาก เพราะฉะนั้นน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณร้อยละ 70 จะอยู่ระหว่าง FC และ -5 bars (เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และสมชาย บุญประดับ, 2554)

น้ำในดินที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้เรียกว่า น้ำที่เป็นประโยชน์ (Available Water) เป็นปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างจุดพิกัดบนกับจุดพิกัดล่าง สำหรับจุดพิกัดบน (Upper Limit) หมายถึงความชื้นที่เหลือหลังจากทำการให้น้ำแก่ดินจนเปียกแล้วปล่อยให้มีการระบายออกจากดินเป็นเวลา 2-3 วัน จากผลการศึกษาดินในเขตร้อนพบว่าความชื้นที่จุดนี้ส่วนใหญ่มีค่าพลังงานก่อกับกอนดินที่ -0.1 ถึง -0.2  $\times 10^5$  Pa เดิมเคยเรียกความชื้นในระดับนี้ว่า ความจุความชื้นสนาม (Field Capacity) ส่วนจุดพิกัดล่าง (Lower Limit) หมายถึงค่าความชื้นของดินในบริเวณรากพืชที่หนาแน่นขณะที่พืชแสดงอาการเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point) เป็นความชื้นที่พืชดูดจากดินไม่ทันกับอัตราสูญเสียไปโดยกระบวนการคายน้ำ เป็นความชื้นที่พลังงานก่อกับกอนดินมีค่า -15  $\times 10^5$  Pa การกำหนดค่าความชื้นนี้เป็นจุดพิกัดล่างเป็นการกำหนดจากสมบัติของดินอย่างเดียว (สุนทรี อัครธนกุล, 2527)

สุนทรี (2535) จากแนวความคิดเดิม น้ำในดินที่เป็นประโยชน์ที่พืชนำไปใช้ได้ คือ ช่วงจากจุดพิกัดบน ซึ่งคำศัพท์เดิมที่เรียกกันติดปากในหลายสายงาน คือ ค่าความจุความชื้นสนาม (Field Capacity) ถึงจุดพิกัดล่างซึ่งมักหมายถึงค่าความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point) และเข้าใจว่าน้ำในดินในช่วงจากพิกัดบนถึงพิกัดล่างนี้มีความเป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากันทุกส่วน แต่ในงานทดลองระยะหลังเริ่มปรากฏยืนยันชัดเจน โดยเฉพาะ (Richards and Wadleigh, 1952) ได้พิสูจน์ว่า ความเป็นประโยชน์ของน้ำจะลดลงเมื่อความชื้นลดลง และพืชจะแสดงผลการขาดน้ำโดยมีผลผลิตลดลงเมื่อความชื้นลดลงจากพิกัดบนไปเรื่อย ๆ โดยยังไม่ต้องถึงจุดเหี่ยวถาวร ความคิดนี้ได้ปรับให้มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการชลประทานในยุคหลังต่อมาว่า ให้พืชใช้น้ำได้ 25% หรือ 50-60% ของช่วงความชื้นที่เป็นประโยชน์ (ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำของพืช) ก็จะเริ่มให้น้ำชลประทานจนถึงจุดพิกัดบนใหม่

จุดพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินเดิมใช้คำว่า “ความชื้นที่ความจุสนาม” ซึ่งหมายถึงความชื้นที่เหลือในดินหลังจากให้น้ำแก่ดินจนเปียกแล้วปล่อยให้มีการระบายน้ำออกจากดิน จนการระบายน้ำนั้นช้ามากหรือแทบจะหยุด โดยทั่วไปเป็นเวลา 2-3 วัน หลังจากให้น้ำ ฉะนั้นค่าความชื้นที่ความจุสนามจึงเป็นค่าโดยประมาณจะกำหนดค่าแน่นอนเชิงปริมาณไม่ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดดินและสภาพขอบเขตบนและขอบเขตล่างของดิน ในระยะแรกพบว่าเป็นค่าความชื้นที่ประมาณ  $-0.33 \times 10^5$  Pa แต่ในระยะหลังได้พยายามยกเลิกการใช้คำจำกัดความของคำว่า ความชื้นที่ความจุสนาม, ความชื้นที่  $1/3$  บรรยากาศ, และ ความชื้นสมมูลย์ เพื่อลดความเข้าใจผิดว่าหมายถึงความชื้นที่จุดใดแน่ และผลการศึกษาดินในเขตร้อนพบว่าที่เรียกว่าความชื้นที่ความจุสนามนั้น ส่วนใหญ่มีค่าพลังงานก่อกับกอนดินที่  $-0.1$  ถึง  $-0.2 \times 10^5$  Pa แทนที่จะเป็น  $-0.33 \times 10^5$  Pa ดังนั้นเพื่อลดความสับสนจะต้องกำหนดว่า ความชื้นที่จุดพิกัดบนนั้นผู้ศึกษาหมายถึงความชื้นที่ค่าพลังงานเท่าใด (สุนทรี อัครธกุล, 2527)

ค่าความชื้นที่จุดพิกัดล่างมักเรียกว่า “จุดเหี่ยวถาวร” ซึ่งได้แก่ความชื้นของดินในบริเวณรากพืชที่หนาแน่น ขณะที่พืชแสดงอาการเหี่ยวถาวร เป็นความชื้นขณะที่พืชได้น้ำจากดินไม่ทันกับอัตราการที่พืชสูญเสีย น้ำโดยขบวนการคายน้ำ และมักกำหนดว่าเป็นความชื้นของดินที่พลังงานก่อกับกอนดินมีค่า  $-15 \times 10^5$  Pa ซึ่งการกำหนดจุดเหี่ยวถาวรเป็นค่าความชื้นที่พลังงานค่าหนึ่งนี้มีให้เห็นคัดค้านมาก เพราะความจริงแล้วที่พลังงาน  $-15 \times 10^5$  Pa นั้นมิใช่ว่าพืชทุกชนิดจะเหี่ยวหมด ยังมีปัจจัยอื่นเกี่ยวข้องด้วย แต่การกำหนดค่าความชื้นที่จุดพิกัดล่างเป็นการกำหนดจากคุณสมบัติของดินอย่างเดียวซึ่งจะถูกต้องกว่า ดังนั้น จึงกำหนดให้ความชื้นที่พลังงานก่อกับกอนดินที่  $-15 \times 10^5$  Pa เป็นจุดพิกัดล่างของความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน

การวัดค่าปริมาณน้ำในดินที่ความลึกระยะต่าง ๆ ในหน้าตัด เพื่อใช้คำนวณปริมาณน้ำทั้งหมดของหน้าตัดดิน ณ เวลาหนึ่ง ๆ การแสดงค่าปริมาณน้ำในดินแสดงได้หลายแบบขึ้นกับผลที่ต้องการใช้ ได้แก่ ปริมาณน้ำสัดส่วนเชิงมวล ปริมาณน้ำสัดส่วนเชิงปริมาตร สัดส่วนอ้อมตัวด้วยน้ำ ปริมาณน้ำเทียบเป็นความสูงของชั้นน้ำ และปริมาณน้ำเก็บกักตลอดหน้าตัด ปริมาณน้ำรูปต่าง ๆ แสดงไว้ด้วยสมการดังนี้ (สุนทรี ยิงษ์ขวาลย์, 2536)

ในด้านการชลประทาน ปริมาณน้ำที่นิยมใช้อยู่ในรูปของความสูงของน้ำและปริมาณน้ำเก็บกัก ความสูงของน้ำเป็นการบอกถึงปริมาณน้ำในดินต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ แทนที่จะเป็นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เหมือนค่าสัดส่วนน้ำเชิงปริมาตร ความสูงของน้ำจะวัดเป็นค่าสำหรับชั้นดินแต่ละชั้นซึ่งมักจะเป็นชั้นที่เก็บตัวอย่างดินมาวัดความชื้น และโดยที่ปริมาณน้ำในดินแต่ละชั้นความลึกจะมีค่าแตกต่างกันไป ฉะนั้นดินแต่ละชั้นจะมีค่าความสูงของน้ำไม่เท่ากันด้วย เมื่อรวมค่าความสูงของน้ำของดินแต่ละชั้นเข้าด้วยกันจะได้ค่าปริมาณน้ำเก็บกักตลอดหน้าตัดความลึก ปริมาณน้ำเก็บกักเป็นค่าหนึ่งที่ใช้มากในการประเมินการใช้น้ำของพืชและการกำหนดการชลประทาน การวางแผนชลประทานเบื้องต้นจะคำนวณปริมาณน้ำที่ให้ตามความสามารถของดินที่จะเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้ คือให้น้ำแก่ดินจนเต็มความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดิน กำหนดการให้น้ำครั้งต่อไปจะขึ้นกับอัตราการคายระเหยน้ำของพืช ว่าได้น้ำจากดินจนหมดถึงระดับที่ต้องให้น้ำแก่ดินครั้งใหม่

ความพรุนช่องบรรจุอากาศของดินที่ความจุความชื้นสนาม (Air-filled Porosity (AFP) at Field Capacity) คือ ปริมาตรอากาศน้อยที่สุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในสภาพที่ดินมีความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม ซึ่งค่า AFP นี้จะแปรผันตามปริมาณความชื้นในดิน โดยทั่วไป AFP ควรมีค่ามากกว่า 10% เพื่อให้มีอากาศเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและการเกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน พืชส่วนใหญ่จะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อ AFP มีค่าต่ำกว่า 10% ดังนั้นจึงถือได้ว่า AFP ที่ 10% นี้เป็นค่าวิกฤต (Hazelton and Murphy, 2007; Cass, 1999; Hall et al., 1977) การคำนวณค่า AFP สามารถคำนวณจากผลต่างระหว่าง

ค่าความพรุนรวมของดิน (Total Porosity, TP) และค่าความชื้นดิน (% by Volume) ที่ความจุความชื้นสนาม (Water Content at Field Capacity, FC) (Cass, 1999)

$$AFP = TP - FC$$

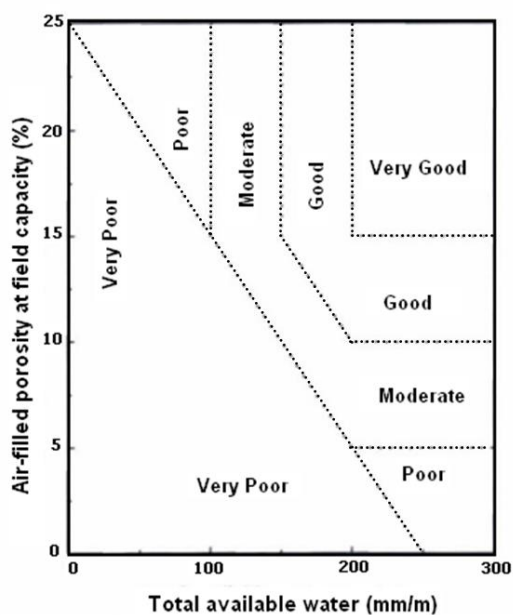
เมื่อ ค่าความพรุนรวมของดิน (Total Porosity, TP) คือ ค่าปริมาตรอากาศต่อหน่วยปริมาตรดินรวม (ดินแห้งสนิท) มีหน่วยเป็น % by Volume และ TP คำนวณได้จากค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density, BD)

$$TP = 100 - 38 \text{ BD (g cm}^{-3} \text{ or Mg m}^{-3}\text{)}$$

Cass (1999) ได้เสนอวิธีประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) โดยการพล็อตกราฟระหว่าง ความพรุนช่องบรรจุอากาศของดินที่สภาพความจุความชื้นสนาม (Air-filled Porosity at Field Capacity) และปริมาณน้ำทั้งหมดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Total Available Water, AW) ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยค่า AW สามารถคำนวณจากผลต่างระหว่างค่าความชื้นดินที่ความจุความชื้นสนาม (Water Content at Field Capacity, FC) (หน่วยเป็น % by Volume) และค่าความชื้นดินที่จุดเหี่ยวถาวร (Water Content at Wilting Point, WP)

$$AW = FC - WP$$

ตัวอย่างการแปลผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ถ้าค่า AFP ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 15% และความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินมีค่ามากกว่า 200 mm/m นั่นคือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพ (Soil Physical Fertility) อยู่ในเกณฑ์ดีมาก



ภาพที่ 1 การแปลผลสถานะทางกายภาพของดินจากความจุในการกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด และอากาศในช่องว่างของดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Cass, 1999; Hall et al., 1977)

### เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน

สุนทรี (2529) รายงานว่า เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน (Soil Water Characteristic Curve or Moisture Retention Curve) คือ เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานก้ำกับก้อนดิน (Matric Potential) กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน หากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำของพืช เส้นอัตลักษณ์จะคลุมช่วงพลังงานก้ำกับก้อนดินตั้งแต่ 0 ถึง  $-15 \times 10^5$  Pa ในช่วงแรกจากสภาพดินอิ่มตัวด้วยน้ำการลดค่าพลังงานลงไปเรื่อยๆ

จะพบว่ามีกระบวนการระบายน้ำออกจากดินเพียงเล็กน้อย จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งเรียกว่า จุดรั่วอากาศ (Breakthrough or Air-entry Potential) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของวัสดุพูนทั้งหลาย กล่าวคือ ในช่วงแรกที่เริ่มระบายน้ำออกนั้น น้ำมาจากการที่ผิวหน้าในช่องว่างเริ่มเหว้ามากขึ้นจากแรงกดของอากาศ จนถึงจุดหนึ่งเมื่อความต่างศักย์มีมากพอ รัศมีผิวเว้าของน้ำจะโค้งกว่าขนาดของช่องว่างของดินที่ยึดน้ำนั้นอยู่ อากาศจึงผ่านทะลุช่องว่างในดินได้ที่จุดรั่วอากาศนั้น จึงเป็นครั้งแรกที่อากาศผ่านทะลุจากผิวดินด้านบนไปยังปลายอีกด้านหนึ่ง คือ เป็นครั้งแรกที่มีลำอากาศต่อเนื่องเกิดขึ้นภายในดิน

ในดินเนื้อหยาบที่มีช่องว่างขนาดใหญ่เป็นหลัก พลังงานที่จุดรั่วอากาศมักไม่แตกต่างจากที่จุดอิ่มตัว (ที่ประมาณไม่เกิน  $-0.1 \times 10^5$  Pa) และเส้นอัตราลักษณ์มักแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นอย่างเด่นชัดเมื่อเริ่มมีการระบายน้ำออกจากดินที่อิ่มตัว ในขณะที่ดินเนื้อละเอียดมีขนาดช่องว่างขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่ ต้องมีความแตกต่างของพลังงานค่อนข้างมาก (ประมาณที่  $-0.2$  ถึง  $-0.5 \times 10^5$  Pa) กว่าอากาศจะผ่านทะลุเข้าไปในดินได้ ในช่วงแรกของเส้นอัตราลักษณ์ จากพลังงานศูนย์ถึงจุดรั่วอากาศ จึงเป็นช่วงที่ปริมาณความชื้นไม่ผันแปรตามค่าพลังงาน คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเกือบจะคงตัวขณะที่พลังงานกำกับกับก่อนดินลดลงไปเรื่อยๆ หลังจากผ่านจุดรั่วอากาศไปแล้ว ความชื้นในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดและสัมพันธ์โดยตรงกับค่าพลังงานกำกับกับก่อนดิน เมื่อน้ำระบายออกไปจากดินมากขึ้นน้ำจะหมดไปจากช่องว่างขนาดใหญ่ก่อนแล้วค่อยๆ หมดไปจากช่องว่างขนาดเล็กลงถัดไป ชั้นของน้ำรอบ ๆ อนุภาคดินก็จะบางขึ้นด้วยทำให้ค่าพลังงานกำกับกับก่อนดินมีระดับต่ำ เมื่อน้ำในดินจนลดค่าพลังงานมักจะลดลงเร็วมากด้วย ดังนั้นที่พลังงาน  $-5$  ถึง  $-15 \times 10^5$  Pa จึงเป็นอีกช่วงหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อย

ในช่วงพลังงานกำกับกับก่อนดินค่าสูง ๆ จากประมาณ 0 ถึง  $-1 \times 10^5$  Pa ยังมีน้ำอยู่มากตามช่องว่างขนาดต่าง ๆ ขนาดของช่องว่างจึงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดแรงกระทำระหว่างก่อนดินกับน้ำ ขึ้นกับว่าน้ำอยู่ใกล้ผิวของอนุภาคดินมากน้อยเพียงใด ในช่วงนี้ของเส้นอัตราลักษณ์จึงขึ้นกับโครงสร้างของดินเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ในช่วงพลังงานน้อยกว่า  $-1 \times 10^5$  Pa ส่วนใหญ่น้ำจะเหลือเป็นเพียงชั้นบาง ๆ รอบอนุภาคดิน ดังนั้นในช่วงนี้จึงขึ้นกับพื้นที่ผิวจำเพาะของดินและเนื้อดินเป็นหลัก โดยเฉพาะความชื้นที่  $-15 \times 10^5$  Pa จะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับปริมาณกลุ่มขนาดดินเหนียวของดิน

Brooks and Corey (1966), Van Genuchten (1980), Hillel (1980a), และ สุนทรี (2529) พบว่า เส้นอัตราลักษณ์น้ำในดินให้ข้อมูล 2 ประการซึ่งสามารถใช้อธิบายความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืช ได้แก่ ค่าความจุน้ำจำเพาะหรือระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน (Differential Water Capacity) ซึ่งประเมินได้จากค่าความชันของเส้นอัตราลักษณ์น้ำในดิน ( $C_\theta$ ) เนื่องจากค่าความชันคือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดิน ( $d\theta$ ) เมื่อพลังงานกำกับกับก่อนดิน ( $dh$ ) (หรือแรงดึงบรรยากาศ) เปลี่ยนไป 1 หน่วย ( $C_\theta = d\theta/dh$ ) และค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Water Capacity, AWC) ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ความจุความชื้นสนาม (Field Capacity, FC) และปริมาณน้ำที่จุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point, PWP) ( $AWC = FC - PWP$ )

Brooks and Corey (1966) พบว่า ความโค้งหรือความชันของเส้นกราฟของดินเนื้อหยาบจะมีมากกว่าดินเนื้อละเอียดและอยู่ใกล้กับความดันต่ำ (เข้าใกล้ศูนย์) นั่นคือ เส้นกราฟที่ชันมากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดิน (ดินปลดปล่อยน้ำออกมา) จะมีมากเมื่อเปลี่ยนแปลงพลังงานกำกับกับก่อนดินหรือความดันเพียงเล็กน้อย (เริ่มประมาณที่ความดัน 1 cm ของน้ำ หรือ 1/100 bar) ลักษณะนี้ตรงกับสมบัติของดินเนื้อหยาบซึ่งมีช่องว่างขนาดใหญ่อยู่มาก การระบายน้ำออกจากดินได้ง่าย ครอบคลุมดินเนื้อทราย (Sand, S) ทรายปนร่วน (Loamy Sand, LS) และร่วนปนทราย (Sandy Loam, SL) กรณีที่เป็นดินเนื้อละเอียดมากขึ้น (ตั้งแต่เนื้อดินร่วน เป็นต้นไป) เส้นกราฟจะลดความชันลงเรื่อยๆ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดิน

(ดินปลดปล่อยน้ำออกมา) จะลดน้อยลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันเท่าเดิม ลักษณะนี้ตรงกับลักษณะช่องว่างในดินของดินเนื้อละเอียดซึ่งมีขนาดเล็ก น้ำในช่องว่างที่เล็กนี้อยู่ใกล้ผิวอนุภาคดินทำให้ได้รับแรงดูดยึดจากอนุภาคดินสูง จึงระบายออกมาได้ยากต้องใช้พลังงานมากขึ้นกว่าเดิมเพื่อเอาชนะแรงดูดยึดจากอนุภาคดิน

### ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินและการกำหนดรอบการชลประทาน

หลักการชลประทานคือ การจัดหาน้ำให้พืชตรงกับความต้องการใช้น้ำของพืชนั้น ค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ของดินเป็นข้อมูลการให้น้ำ ดินที่มีความจุน้ำที่เป็นประโยชน์มากจะเก็บน้ำไว้ในปริมาณสูงแต่น้ำที่มีอยู่ในดินทั้งหมดนี้ในการชลประทานจะคำนึงถึงเฉพาะน้ำที่อยู่ในช่วงความลึกจากผิวดินถึงสุดเขตรากพืชเท่านั้น น้ำที่อยู่ต่ำลงไปจะถือว่ารากพืชดูดขึ้นมาใช้ไม่ได้ หากมีการให้น้ำจนไหลเลยเขตรากพืชจะถือว่าเป็นการสิ้นเปลือง และเนื่องจากว่าน้ำในช่วงของความจุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนี้มีระดับความเป็นประโยชน์ไม่เท่ากัน จึงให้พืชใช้เฉพาะส่วนที่เป็นประโยชน์สูงเท่านั้น ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้มีหลักการคำนวณดังนี้ (สุนทรียังษ์ชาวลย์, 2536; ดิเรก และคณะ, 2545)

#### 1. หาค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดิน

$$\theta_{AWC} = \theta_{UL} - \theta_{LL}$$

เมื่อ  $\theta_{AWC}$  = ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช  
 $\theta_{UL}$  = สัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรที่พิกัดบน  
 $\theta_{LL}$  = สัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรที่พิกัดล่าง

ถ้าค่าที่วัดได้เป็นค่าสัดส่วนน้ำเชิงมวล ต้องวัดค่าความหนาแน่นรวมของดินเพื่อคำนวณค่าเป็นสัดส่วนน้ำเชิงปริมาตร ค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกชั้นดิน

2. ค่าสัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรเป็นปริมาณน้ำเก็บกักในเขตรากพืช โดยให้ค่า  $\theta_{AWC}$  ของดินแต่ละชั้นคูณกับความหนาของชั้นดินนั้น ๆ ซึ่งจะให้เป็นค่าเป็นความสูงของน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณน้ำเก็บกักจะเป็นผลรวมของความสูงของน้ำทุกชั้นจากผิวดินจนถึงสุดเขตรากพืช ความสูงของชั้นน้ำที่เป็นประโยชน์สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$d_w = \frac{P_w \times A_s \times D}{100}$$

เมื่อ  $d_w$  = ความสูงของน้ำ (นิ้วหรือซม.)  
 $P_w$  = ความชื้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินแห้ง  
 $A_s$  = ความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน = BD. / w  
 $w$  = 1 กรัม / ลบ.ซม.  
 ฉะนั้น  $A_s$  = BD. (Bulk density)  
 $D$  = ความลึกของเขตรากพืช (ซม.)

3. ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้จะไม่ใช้ทั้งหมดของค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ พบว่าสำหรับพืชไร่ทั่วไปจะให้พืชใช้ 1/3 ถึง 1/2 (33.50 - 50%) ของความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ ส่วนพืชผักอาจใช้ได้เพียง 1/5 (20%) ของความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ หากมีการศึกษาเฉพาะดินจะกำหนดค่าพิกัดล่างของการชลประทานไว้ที่ความชื้นที่มีระดับความเป็นประโยชน์ตกลงจนมีค่าต่ำมาก ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้คือจากพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ถึงพิกัดล่างของการชลประทาน หลังจากพืชใช้น้ำส่วนนี้หมดแล้วจะเพิ่มน้ำเข้าไปในดินใหม่ หากสัดส่วนของความจุน้ำที่ให้พืชใช้เทียบกับความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดมีค่าต่ำ หมายความว่า

ต้องมีการชลประทานบ่อยครั้งเพื่อเพิ่มเติมน้ำให้ดินจนเต็มความจุน้ำ เพื่อที่ว่าพืชจะได้ใช้น้ำที่มีระดับความเป็นประโยชน์สูงอยู่เสมอ

4. การชลประทานครั้งต่อไปจะกระทำเมื่อพืชใช้น้ำจำนวนดังกล่าวหมดไปแล้ว ซึ่งอัตราการระเหยน้ำของพืชจะมีค่าเท่าใดขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและช่วงการเจริญเติบโตของพืช เช่น มีค่า 2 - 3 มม.ต่อวัน ในช่วงที่มีการเสียน้ำน้อย จนถึง 8 - 9 มม.ต่อวัน ในช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งจัด สมมุติว่าพืชมีอัตราการใช้น้ำ 3 มม.ต่อวัน สำหรับพืชไร่ ประมาณเวลาที่ให้พืชใช้จะหมดในช่วง 6 - 8 วัน และพืชผักใน 3 วัน ซึ่งคือช่วงเวลาของรอบการชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำที่ชลประทานคือ เท่ากับปริมาณน้ำที่พืชใช้หมดไปในช่วงเวลาดังกล่าว (สุนทรียังชัชวาลย์, 2536)

สุนทรียัง และ กุมุท (2534) ได้ศึกษาค่าพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำในชุดดินกำแพงแสน โดยกล่าวว่า ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์เป็นสมบัติทางฟิสิกส์อย่างหนึ่งที่ใช้ประเมินศักยภาพการผลิตของดิน และใช้วางแผนการจัดการชลประทาน แต่กระนั้น พิกัดบนของความเป็นประโยชน์เป็นค่าที่ไม่มีการกำหนดตายตัว การศึกษาครั้งนี้ได้เสนอหลักการพิจารณาการกำหนดค่าพิกัดบนของดินในประเทศไทย โดยใช้ชุดดินกำแพงแสนเป็นตัวอย่าง หลักการพิจารณากำหนดค่าพิกัดบนของความประโยชน์ต่อพืชของน้ำควรคำนึงถึง ระดับความง่ายที่อนุภาคดินจะปลดปล่อยน้ำนั้นออกมาให้พืชใช้ อีกทั้งเป็นระดับปริมาณน้ำที่จะไม่ทำให้เกิดการขาดอากาศสำหรับพืช และน้ำนั้นจะอยู่ในดินนานพอให้พืชใช้ได้ทัน ในการประเมินทั้ง 3 ลักษณะนี้ได้ศึกษาเส้นอัตลักษณ์ของน้ำเพื่อใช้ค่าความชันของเส้นในการประเมินระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำ เพราะเป็นค่าบ่งถึงปริมาณน้ำที่ดินจะปลดปล่อยออกมาเมื่อพลังงานก่อกับกอนดินลดลง ควบคู่กับการคำนวณค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของช่องอากาศในดิน โดยที่ปัญหาการขาดอากาศของพืชจะยังไม่เกิดถ้าสัดส่วนของปริมาตรช่องอากาศมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.1 ของปริมาตรดินทั้งหมด และวัดความจุน้ำสนามเพื่ออัตราการสูญเสียจากหน้าตัดดิน โดยติดตามค่าพลังงานก่อกับกอนดินในหน้าตัดดินหลังจากให้น้ำแก่ดินอย่างเพียงพอ แล้วปิดผิวดินไม่ให้มีการระเหยน้ำให้มีแต่การระบายน้ำอิสระออกจากชั้นดินล่าง จากผลที่ได้สรุปว่าชุดดินกำแพงแสนควรกำหนดพิกัดบนของน้ำที่เป็นประโยชน์เป็นค่าปริมาณน้ำที่มีพลังงานก่อกับกอนดินเท่ากับ  $-0.005 \text{ MPa}$  ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่มีระดับความเป็นประโยชน์สูง มีช่องอากาศ  $0.11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  และน้ำที่มีพลังงานก่อกับกอนดินระดับนี้พบในหน้าตัดดิน 2 วันหลังจากให้น้ำแก่ดินเต็มที่ โดยที่อัตราการระบายน้ำออกจากชั้นดินมีค่า 3-4 มม./วัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นค่าต่ำกว่าอัตราศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชภายใต้สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยของบริเวณกำแพงแสน จึงเป็นอัตราการสูญเสียจากดินที่พืชสามารถจะดูดไปใช้ได้ทันสำหรับหน้าตัดดินลึก 1.00 m ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่พิกัดบนจะมีค่า  $0.39 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  เมื่อให้พิกัดล่างเป็นค่าปริมาณน้ำที่พลังงานก่อกับกอนดินเท่ากับ  $-1.5 \text{ MPa}$  หรือเท่ากับค่าปริมาณน้ำเฉลี่ย  $0.195 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  จะพบว่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของชุดดินกำแพงแสนมีค่าเฉลี่ย  $0.195 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  หรือเป็นปริมาณน้ำ 118 mm สำหรับรากพืชลึก 0.50 m และเป็นปริมาณน้ำ 195 mm สำหรับรากพืช 1.00 m

**การคำนวณความชื้นเป็นความสูงของน้ำ (Depth Water Content), ปริมาตรทั้งหมดของน้ำในดิน และความชื้นที่ยอมให้พืชดูดไปใช้ได้**

ระดับความชื้นของดินเป็นความสูงของน้ำ ( $h_w$ ) หมายถึง การแสดงปริมาตรของน้ำในดินต่อหน่วยพื้นที่ของดิน สมมติให้หน้าตัดดินที่ศึกษามีพื้นที่เท่ากับ  $A \text{ m}^2$  มีความลึกเท่ากับ  $z \text{ m}$  และหน้าตัดดินมีความชื้นเฉลี่ยโดยปริมาตรเท่ากับ  $\theta_v$  เมื่อ  $\theta_v$  คือสัดส่วนโดยปริมาตรระหว่างปริมาณน้ำในดิน ( $V_w$ ) กับปริมาตรรวมของดิน ( $V_b$ )

จากสมการ  $\theta_v = V_w/V_b$

เมื่อต้องการคำนวณปริมาณน้ำในดิน ( $V_w$ ):

$$V_w = \theta_v \cdot V_b$$

ดังนั้น  $V_w = \theta_v \cdot Az$

เมื่อ  $Az$  คือ ปริมาตรรวมของดิน และระดับความชื้นดินเป็นความสูงของน้ำ ( $h_w$ ) คือ ปริมาตรของน้ำในดินต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้น  $h_w = (\theta_v \cdot Az)/A = \theta_v \cdot z$

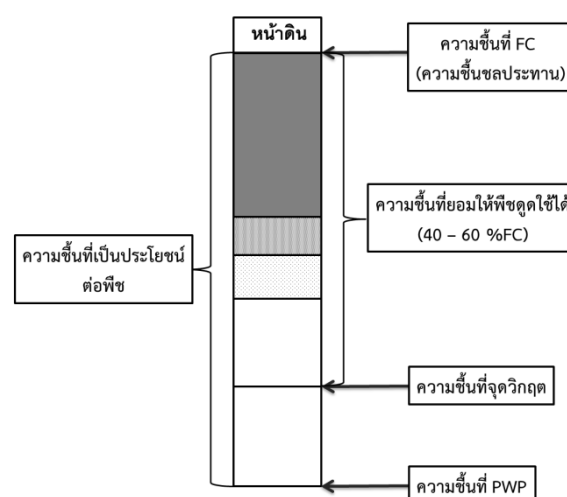
เมื่อ  $\theta_v$  เป็นเทอมที่ไม่มีหน่วย ดังนั้น  $h_w$  จึงมีหน่วยเหมือนหน่วยของ  $z$  หรือความลึกดิน

หากต้องการทราบปริมาณทั้งหมดของน้ำในดิน ( $V_w$ ) ซึ่งมีความลึกเท่ากับ  $z$  m สามารถคำนวณได้จากการนำค่า  $h_w$  ไปคูณกับพื้นที่ดิน (ในที่นี้สมมติให้เป็น  $A$  m<sup>2</sup>)

นั่นคือ  $V_w = h_w \cdot A$  มีหน่วยเป็น m<sup>3</sup>

ปริมาตรของน้ำ ( $V_w$ ) ในที่นี้ หมายถึง น้ำที่บรรจุในดินเนื้อที่  $A$  และมีความลึก  $z$  การแสดงระดับความชื้นดินเป็นความสูงน้ำเหมาะกับการคำนวณการคายระเหยน้ำจากระบบดิน-พืช

สำหรับการประเมินการให้น้ำแก่ดิน โดยทั่วไปการให้น้ำแก่ดินควรให้ในระดับความจุความชื้นสนาม (FC) หรือความชื้นชลประทาน เมื่อความชื้นในดินลดลงการพิจารณาการให้น้ำในครั้งต่อไปจะพิจารณาจากปริมาณความชื้นที่ยอมให้พืชดูดไปใช้ได้ ซึ่งความชื้นที่ยอมให้พืชดูดไปใช้นี้คือความชื้นในดินที่ยอมให้ลดลงประมาณ 40 – 60 %FC ส่วนความชื้นในดินที่เหลือหลังจากนี้ (ความชื้นหลังจากที่พืชดูดความชื้นที่ยอมให้ดูดไปใช้ได้จนหมดแล้ว) คือความชื้นที่จุดวิกฤต เป็นความชื้นที่พืชไม่สามารถดูดน้ำไปใช้ได้อีก ถึงแม้ว่าความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชคือความชื้นระหว่างความชื้นที่ FC หรือความชื้นชลประทานกับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (PWP) แต่พืชไม่สามารถใช้ความชื้นที่ดินอุ้มไว้ได้ทั้งหมด เพราะเมื่อระดับความชื้นในดินถูกพืชใช้จนเหลือน้อยมากจนใกล้ถึงจุด PWP พืชจะได้รับความเสียหาย เพราะความชื้นในช่วงนี้จะถูกดินดูดยึดเอาไว้มากจนรากพืชไม่สามารถดูดเอามาใช้ได้ คำอธิบายดังกล่าวนี้จะแสดงให้เห็นง่ายขึ้นจากภาพที่ 2 จากหลักการที่ยอมให้ความชื้นในดินลดลงประมาณ 40 – 60 %FC นี้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบการให้น้ำต่อไป (ดิเรก และคณะ, 2545)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของความชื้นในดินและการกำหนดการให้น้ำแก่พืช (ดัดแปลงจาก ดิเรกและคณะ, 2545)

สุนทรีย (2527) จากแนวความคิดเดิม น้ำในดินที่เป็นประโยชน์ที่พืชนำไปใช้ได้ คือ ช่วงจากจุดพิกัดบน ซึ่งค่าศัพท์เดิมที่เรียกกันติดปากในหลายสาขานาน คือ ค่าความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity) ถึงจุดพิกัดล่าง ซึ่งมักหมายถึงค่าความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) และเข้าใจว่า น้ำในดินในช่วงจากพิกัดบนถึงพิกัดล่างนี้ มีความเป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากันทุกส่วน แต่ในงานทดลองระยะหลังเริ่มปรากฏยืนยันชัดเจน โดยเฉพาะ (Richards and Wadleigh, 1952) ได้พิสูจน์ว่า ความเป็นประโยชน์ของน้ำจะลดลงเมื่อความชื้นลดลง และพืชจะแสดงผลการขาดน้ำโดยมีผลผลิตลดลงเมื่อความชื้นลดลงจากพิกัดบนไปเรื่อยๆ โดยไม่ต้องถึงจุดเหี่ยวถาวร ความคิดนี้ได้ปรับให้มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการชลประทาน ในยุคหลังต่อมาว่า ให้พืชใช้น้ำได้ 25% หรือ 50-60% ของช่วงความชื้นที่เป็นประโยชน์ (ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำของพืช) ก็จะเริ่มให้น้ำชลประทานจนถึงจุดพิกัดบนใหม่

ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้นั้นจะต้องคำนึงถึง ค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดิน ค่าสัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรเป็นปริมาณน้ำเก็บกักในเขตรากพืช ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้จะไม่ใช้ทั้งหมดของค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ การชลประทานครั้งต่อไปจะกระทำเมื่อพืชใช้น้ำจำนวนดังกล่าวหมดไปแล้ว ซึ่งอัตราการระเหยน้ำของพืชจะมีค่าเท่าใดขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และช่วงการเจริญเติบโตของพืช

### ปุ๋ยอินทรีย์และการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุที่สำคัญในดิน มี 3 ประเภทหลัก ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสด ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินทำให้ดินร่วนซุยเพิ่มช่องว่างในดินและถ่ายเทอากาศได้ดี ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินโดยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก รวมทั้งช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดินโดยเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ ช่วยกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และระหว่างที่ย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ จะทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเกิดขึ้น (ไทยพาร์เมอร์, 2553) ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยอินทรีย์จะต้องมีการเปลี่ยนรูปจากองค์ประกอบที่เป็นอินทรีย์สารเป็นอนินทรีย์สาร เรียกว่ากระบวนการ mineralization โดยเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ จึงจะเป็นประโยชน์กับพืช ในขณะเดียวกันในการย่อยสลายสารอินทรีย์นั้น จุลินทรีย์จะนำธาตุจากสารอินทรีย์นั้นไปใช้สร้างสารประกอบในเซลล์ โดยเฉพาะคาร์บอนกับไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน อัตราส่วน คาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุอินทรีย์ช่วง 20 – 30 จัดว่าเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ ถ้าไนโตรเจนในสารอินทรีย์มีไม่เพียงพอต่อความต้องการจุลินทรีย์มักดึงไนโตรเจนจากดินไปใช้หรือเกิดกระบวนการ immobilization ของไนโตรเจนในดินซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารจากอินทรีย์เป็นอินทรีย์ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลงการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเริ่มจากองค์ประกอบที่ย่อยสลายได้ง่าย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ส่วนสารประกอบชนิดเซลล์ลูไลสและลิกนินจะมีอัตราการสลายตัวช้า อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินที่เวลาต่างๆ อาจเป็นผลมาจากอัตราการเกิดกระบวนการ immobilization และ mineralization ของธาตุอาหารทำให้พืชสามารถดูดใช้ได้ ถ้าอัตราการเกิด immobilization สูงกว่า mineralization ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินจะลดลง แต่ถ้าอัตราการเกิด immobilization ต่ำกว่า mineralization ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินจะเพิ่มขึ้น (Sophie and Marstorp, 2002) นอกจากนี้ในการเกิดกระบวนการ mineralization ยังมีปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง จากงานวิจัยของ เทอดศักดิ์ และคณะ(2534) พบว่าสมบัติดินที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ โดยได้ทำการศึกษาการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินเค็มน้ำขัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แล้วพบว่าระดับความเค็มที่ทำการศึกษาคือ (0.777-32.9 mS. cm<sup>-1</sup>) มีผลผกผันกลับกับการสลายตัวของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยหมัก และมีผลเล็กน้อยกับปุ๋ยคอก ค่า

การนำไฟฟ้าของดินเค็มและดินปกติมีค่าแตกต่างกัน แต่แตกต่างกันเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของอินทรีย์สาร ค่าพีเอชของดินสูงขึ้นในช่วงแรก ต่อจากนั้นมีความคงที่ในทุกกรณี ค่าศักย์รีดอกซ์ (Eh) แสดงค่าที่แตกต่างกันออกไป แต่ผลก็ยังยืนยันว่าดินที่ใส่อินทรีย์สารทำให้ค่า Eh ลดลงในสภาพน้ำขัง นอกจากนั้นยังแสดงค่า Eh ของดินมีสภาพรีดิวส์มากกว่าในสารละลายดิน เข้มพรและคณะ พบว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนของวัสดุอินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความชื้นของดินที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ดิน อุณหภูมิ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด ค่า C/N ratio ที่เป็นองค์ประกอบในวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวมีโพรไบโอติกส์สามารถปลดปล่อยอินทรีย์ไนโตรเจนสะสม 23.8 ส่วนการใส่มูลไก่ทำให้เกิดกระบวนการ immobilization ในช่วงแรกซึ่งอาจเป็นผลเสียต่อพืชได้และทำให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์ไนโตรเจน ดังนั้นหากนำมูลไก่ไปใช้ในไร่นาควรปล่อยให้มูลไก่มีการสลายตัวไปสักระยะหนึ่งก่อนที่จะปลูกพืช

ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะเป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุที่สำคัญแล้ว ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ยังมีครบถ้วน ทั้งธาตุหลัก ธาตุรองและจุลธาตุ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารโดยเฉพาะ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุที่นำมาทำปุ๋ย อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ด้วย รวมทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการ mineralization สำหรับไนโตรเจนมีการสลายตัวจากอินทรีย์วัตถุในดิน 95% นอกจากนี้ก็จะมีธาตุอาหารอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส กำมะถันและธาตุเสริมอื่นๆ สำหรับไนโตรเจนในอินทรีย์วัตถุในดินจะปลดปล่อยออกมาระหว่างฤดูปลูกเพียง 2-5% (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) กระบวนการปลดปล่อยอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นแอมโมเนียม เรียกว่า Ammonification และแอมโมเนียมจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยถูกใช้โดยแบคทีเรียไปเป็น ไนไตรท์ ( $\text{NO}_2^-$ ) หรือไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) เรียกว่า nitrification (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) กระบวนการ N mineralization มีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนต่อพืช (Kolberg *et al.*, 1997) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการ N mineralization ประกอบด้วย อุณหภูมิ การระบายอากาศ ความชื้นในดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และชนิดของดิน (Arunachalam 1999; Banerjee *et al.* 1999; Kiese *et al.* 2002; Owen *et al.* 2003). ในทางตรงกันข้ามโมลกุลวัสดุที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำจุลินทรีย์ดินจะใช้ไนโตรเจนจากดินในการย่อยสลายวัสดุซึ่งเรียกว่ากระบวนการ N immobilization ดังกล่าวเพื่อใช้เป็นอาหารจึงทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง (Jansson and Persson, 1982) สำหรับการวัดปริมาณ N mineralization ในภาคสนามนั้นมีหลายวิธีการ ได้แก่ การใช้ PVC soil columns, soil cores, litter bags การใช้เรซิน (Hanselman, 2000)

ธาตุฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งใน 3 ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโต การสร้างราก การแตกแขนง การออกดอก และเมล็ด เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัสจะมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ต้นเล็กผอมแกร็น สำหรับไม้เถาเลื้อยจะบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้แข็งกว่าปกติ ส่วนธัญพืชมีการแตกกออ่อนแอและผลผลิตต่ำ เป็นต้น (ภาวนา ลิกขานนท์, 2542) ซึ่งพืชดูดใช้ฟอสฟอรัสในรูป  $\text{PO}_4^{3-}$   $\text{HPO}_4^{2-}$  และ  $\text{H}_2\text{PO}_4$  อินทรีย์ฟอสฟอรัสพบในดินชั้นบน เศษชิ้นส่วนของรากพืช ซึ่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงในดิน ฟอสฟอรัสบางส่วนจะถูกจุลินทรีย์เปลี่ยนรูปไปเป็นอินทรีย์ฟอสฟอรัส (Cosgrove, 1977)

### การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

กรมพัฒนาที่ดินได้มีการพัฒนาโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เพื่อเป็นตัวช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการผลิตของตนเองได้ เนื่องจากโปรแกรมมีการให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารพืชให้แก่พืชเศรษฐกิจต่างๆ โดยใช้ข้อมูลของชุดดินเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและนำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินมารวมประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด คำแนะนำการใส่ปุ๋ยของโปรแกรมฯ จะใช้ค่าวิเคราะห์ของปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งค่าวิเคราะห์ที่ได้มาจากวิธีที่

แตกต่างกัน อาจส่งผลให้การแปลผลและการให้คำแนะนำของโปรแกรมดังกล่าวเกิดความผิดพลาดในการแปลผลได้

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากธาตุหนึ่ง และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นและการแพร่กระจายของรากในระยะแรกของการเจริญเติบโต การออกดอกออกผลและสร้างเมล็ดของพืชช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช เป็นองค์ประกอบของสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจ ดินที่ใส่ปุ๋ยปลูกโดยทั่วไปมีฟอสฟอรัสอยู่ทั้งหมดประมาณ 0.03-0.22 % ฟอสฟอรัสในดินมีทั้งสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ จากข้อมูลการศึกษาดินบางจุดในประเทศไทยพบว่ามีประมาณ 65 % ของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ สารประกอบฟอสฟอรัสทั้งสองประเภทพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้โดยตรง ต้องผ่านการสลายตัวจนกลายเป็นฟอสเฟตไอออนในรูป  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  และฟอสฟอรัสในรูป  $\text{HPO}_4^{2-}$  ก่อน ดังนั้นฟอสฟอรัสที่มีอยู่ทั้งหมดในดิน จึงมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ หรือง่ายต่อการละลายหรือสลายตัว เราเรียกฟอสฟอรัสส่วนนี้ว่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) วิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสกัดฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารละลาย ในขั้นตอนนี้เป็นการใช้สารละลายต่าง ๆ ไปละลายเอาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมาจากดิน ในทางปฏิบัติแล้วเป็นเรื่องยากที่จะบอกว่าสารละลายชนิดใดสกัดเอาเฉพาะฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพียงอย่างเดียว ดังนั้นความเหมาะสมของสารละลายมักดูจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้กับปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชดูดไปใช้ สารเคมีที่นิยมใช้ในการสกัดมีดังนี้

| ชื่อสามัญ   | อัตราส่วน ดิน:สารสกัด | สารเคมี                                                                                                                                 |
|-------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bray No.1   | 1 : 10                | 0.025 M HCl + 0.03 M $\text{NH}_4\text{F}$                                                                                              |
| Bray No.2   | 1 : 7                 | 0.10 M HCl + 0.03 M $\text{NH}_4\text{F}$                                                                                               |
| Citric acid | 1 : 10                | 1.0% citric acid                                                                                                                        |
| Egner       | 1 : 20                | 0.01 M Calactate + 0.02 M HCl                                                                                                           |
| Olsen       | 1 : 20                | 0.50 M $\text{NaHCO}_3$ (pH 8.5)                                                                                                        |
| Double acid | 1 : 40                | 0.05 M HCl + 0.125 M $\text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                            |
| Mehlich 2   | 1 : 10                | 0.2 M $\text{CH}_3\text{COOH}$ + 0.2 M $\text{NH}_4\text{Cl}$ + 0.015 M $\text{NH}_4\text{F}$ + 0.012 M HCl                             |
| Mehlich 3   | 1 : 10                | 0.2 M $\text{CH}_3\text{COOH}$ + 0.25 M $\text{NH}_4\text{NO}_3$ + 0.15 M $\text{NH}_4\text{F}$ + 0.013 M $\text{HNO}_3$ + 0.001 M EDTA |

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลาย การวิเคราะห์ความเข้มข้นในปัจจุบันนิยมใช้วิธีวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometry) โดยจะต้องนำฟอสฟอรัสในสารละลายมาทำปฏิกิริยาให้เกิดเป็นสารดูดกลืนแสงก่อน แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer วิธีทำปฏิกิริยามี 2 วิธี คือ

1. Molybdenum blue method วิธีนี้วิเคราะห์โดยนำสารละลายที่สกัดได้ไปทำปฏิกิริยากับ ammonium molybdate เพื่อให้ฟอสฟอรัสกลายเป็นสารประกอบ ammonium phosphomolybdate จากนั้นรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนนี้ด้วย  $\text{SnCl}_2$ , hydrazine หรือ ascorbic acid เพื่อให้ได้สารประกอบ molybdenum blue จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 625-730 nm หรือ 840-880

nm ค่า molar absorptivity ในช่วงความยาวคลื่น 840-880 nm มีค่าสูงกว่า ทำให้มีความไวในการวัดดีกว่า อย่างไรก็ตามเครื่องมือวัดบางเครื่องอาจไม่สามารถวัดได้ในช่วงนี้ หรือมีเสถียรภาพต่ำ ดังนั้น จึงควรเลือกใช้อย่างระมัดระวัง

2. Vanadomolybdate method วิธีนี้วิเคราะห์โดยนำสารละลายที่สกัดได้ไปทำปฏิกิริยากับสารละลาย ammonium molybdate และ ammonium metavanadate หากมีฟอสฟอรัสอยู่จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีเหลือง ซึ่งสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 400-490 nm วิธีนี้มีความไวน้อยกว่า molybdenum blue ประมาณ 1 ใน 10 แต่มีเสถียรภาพของสีที่เกิดขึ้นดีกว่า และมีการรบกวนจากไอออนอื่นน้อยกว่า วิธีนี้จึงเหมาะที่จะใช้วิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูง เช่น พืช ปุ๋ย และอาหารสัตว์ เป็นต้น

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักในที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช มีบทบาทหน้าที่ต่อกิจกรรมหรือกระบวนการสร้างสมต่างๆ ในเซลล์สิ่งมีชีวิต (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2548) อาทิ กระบวนการสังเคราะห์แสง การหายใจ การสร้างแป้งและน้ำตาล การสร้างโปรตีนและน้ำมัน การเคลื่อนย้ายอาหารเหล่านี้ไปยังส่วนต่างๆ ของพืช การควบคุมระบบการเปิดปิดของปากใบเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซ (Havlin *et al.*, 2005) และเป็นตัวกระตุ้นของเอนไซม์ต่างๆ อีกทั้งยังมีบทบาทต่อโครงสร้างของเซลล์พืช เช่น ทำให้ผนังเซลล์ (cell wall) ของพืชหนาช่วยป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง (ปีพมา วิทยากร, 2547) และส่งเสริมคุณภาพของผลผลิต ในข้าวโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา เช่น การกระบวนการหายใจ การเปิดปิดปากใบ โดยทั่วไป ข้าวต้องการโพแทสเซียมสูงในระยะแรกของการเจริญเติบโตและระยะหลังของการเจริญเติบโตโดยเฉพาะในระยะกำเนิดช่อดอกจนถึงระยะที่ข้าวออกรวงอย่างสมบูรณ์ ซึ่งโพแทสเซียมจะช่วยเพิ่มขนาดและน้ำหนักของเมล็ด (ศิริพร กาทอง และเฉลิมเรือง วิริยะชัย, 2557) โพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้ในประโยชน์ได้นั้น มีวัตถุดิบกำเนิดจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในอนุมูลบวก หรือโพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) เท่านั้นที่พืชสามารถดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ วิธีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในดินที่อยู่ในรูป exchangeable potassium มีหลายวิธี เช่น

1) วิธี Ammonium acetate method (Jackson, 1958; Doll and Lucas, 1973; Knudsen *et al.* 1982; Brown and Warnecke, 1988) เป็นวิธีที่ใช้สกัดธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย ประกอบด้วย 1M  $NH_4OAc$  pH 7.0 โดยที่อนุมูลของ  $NH_4^+$  จะไปไล่ที่ exchangeable potassium ออกมาอยู่ในสารละลาย ammonium acetate

2) วิธี Mehlich I method (Mehlich, 1953) ประกอบด้วย 0.05 M HCl และ 0.0125 M  $H_2SO_4$  pH 1.2 น้ำยาสกัด Mehlich I เป็นน้ำยาที่สามารถสกัดโพแทสเซียมร่วมกับธาตุอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม จากการสกัดเพียงครั้งเดียว โดยอนุมูลของ  $H^+$  จะไปไล่ที่ exchangeable potassium ออกมาอยู่ในสารละลาย

3) วิธี Mehlich III method (Mehlich, 1984) ประกอบด้วย 0.2 M  $CH_3COOH$ , 0.25 M  $NH_4NO_3$ , 0.015 M  $NH_4F$ , 0.013M  $HNO_3$  และ 0.001 M EDTA น้ำยาสกัด Mehlich III เป็นน้ำยาที่สามารถสกัดโพแทสเซียมร่วมกับธาตุอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี และทองแดง จากการสกัดเพียงครั้งเดียวเช่นเดียวกับ Mehlich I แต่ปริมาณของ exchangeable potassium จะถูกไล่ที่โดยอนุมูล  $H^+$  และ  $NH_4^+$  ให้ออกมาอยู่ในสารละลาย

4) วิธี Kelowna (Van Leirp, 1985) ประกอบด้วย 0.25 M  $CH_3COOH$  และ 0.015 M  $NH_4F$  ซึ่งอนุมูลของ  $H^+$  และ  $NH_4^+$  จะไปไล่ที่ exchangeable potassium ออกมาอยู่ในสารละลาย

Houba *et.al.* (1986) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ Electro-Ultrafiltration, 0.01M  $\text{CaCl}_2$  และ Standard Dutch methods จากตัวอย่างดิน 21 แห่ง พบว่า เกือบทุกพารามิเตอร์ภายใต้การศึกษา (ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียมและแมงกานีส) สามารถใช้แทนกันได้ ข้อเสียของเทคนิค EUF คือมีค่าใช้จ่ายสูง และในการสกัดแมงกานีสและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยเทคนิคนี้ยังไม่สมบูรณ์ สกัดด้วย 0.01M  $\text{CaCl}_2$

Mehlich A. (1978) ศึกษาน้ำยาสกัดเพื่อทดสอบดินชนิดใหม่ เพื่อใช้ในการสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ของดินที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน สารสกัดใหม่ประกอบด้วย 0.2N  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 0.2N  $\text{HOAc}$ , 0.015N  $\text{NH}_4\text{F}$ , 0.012N  $\text{HCl}$  มีค่า pH ประมาณ 2.5 โดยเปรียบเทียบกับ น้ำยาสกัด Bray I, Olsen และ DAP โดยศึกษาการดูดซึมฟอสฟอรัสของข้าวฟ่างที่ปลูกในเรือนกระจกในดิน Ultisols และเติมฟอสฟอรัส 6 ระดับ ฟอสฟอรัสที่ถูกข้าวฟ่างดูดซึมมีความสัมพันธ์อย่างมากกับ ฟอสฟอรัสสกัดจากน้ำยาสกัดใหม่ Bray I, และ DA และ Olsen ตามลำดับ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียมที่สกัดจากน้ำยาสกัดใหม่มีความสัมพันธ์อย่างมากกับ น้ำยาสกัด  $\text{NH}_4\text{OAc}$  pH 7.0

## 2. ระเบียบวิธีวิจัย

### 2.1 กรอบแนวคิดของแผนการวิจัย

ผลผลิตของพืชไร่ขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณของปัจจัยการผลิต ซึ่งประกอบด้วย พันธุ์พืช, ดิน, น้ำ, ธาตุอาหาร (ปุ๋ย), แสง, อุณหภูมิ, ความชื้น และการจัดการ เป็นต้น ปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้แต่ละตัวมีความสำคัญมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต ขณะเดียวกันปัจจัยบางตัวก็มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ และเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพภูมิอากาศด้วย ซึ่งเมื่อภูมิอากาศโลกและภูมิอากาศท้องถิ่นมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านผลผลิตของพืชด้วย ภายใต้ภาวะการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอนของภูมิอากาศ ทำให้การบริหารจัดการทางการผลิตพืชเกษตร จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้ทันสถานการณ์

การบริหารจัดการทางการผลิตพืชเกษตรที่เหมาะสมที่สุดนั้น จำเป็นต้องเป็นการจัดการที่มีความจำเพาะกับปัจจัยการผลิตที่มีในพื้นที่เกษตรกรรม ปัจจัยบางชนิดมีความครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างมาก แต่บางชนิดเช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อาจจะจำเพาะเฉพาะแปลงแต่ละแปลงที่เคยมีประวัติการบริหารจัดการที่แตกต่างกันได้ ฉะนั้นการกำหนดแบบแผนการจัดการหรือวิธีการบริหารจัดการทางการผลิตพืชเกษตรจึงควรจัดทำเป็นรายแปลงตามสภาพปัจจัยในแต่ละแปลงๆ ไป แต่อย่างไรก็ตามการสร้างงานวิจัยเพื่อรองรับการกำหนดแบบแผนการจัดการทุกสภาพปัจจัยนั้น เป็นเรื่องที่ต้องใช้งบประมาณ เวลา และกำลังบุคลากรจำนวนมาก ซึ่งมีความเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติและยากที่จะให้ทันต่อสถานการณ์

ในปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองการปลูกพืช (crop modeling) ซึ่งได้รับการศึกษามาแล้วว่า ผลผลิตพืชที่มีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตนั้น มีความเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งส่วนหนึ่งของการใช้แบบจำลองการปลูกพืชเพื่อสร้างคำแนะนำการจัดการปุ๋ยเฉพาะรายแปลงนั้น ก็ได้มีการนำมาประกอบเป็นข้อมูลในโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง (ปุ๋ยรายแปลง) แล้ว แต่อย่างไรก็ดี มีพืชไร่เศรษฐกิจอีกหลายชนิด และอีกหลายพันธุ์ที่ยังไม่มีการทดสอบ ทดลอง สร้างคำแนะนำการจัดการทางการเกษตรระดับไร่นา เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ถั่ว และสับปะรด หรือแม้กระทั่งข้าวในบางสายพันธุ์

โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เป็นโปรแกรมที่ได้มีการพัฒนาปรับปรุงจากการใช้ข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในเอกสารวิชาการ โดยมีการใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ หลักการทางปฐพีวิทยา และอื่นๆ เพิ่มเติมลงในโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมมีศักยภาพการใช้งานสูงขึ้น ตามนโยบายที่ได้รับมอบหมาย ทั้งนี้ แม้การใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ และหลักการทางปฐพีวิทยาที่เชื่อถือได้ก็ตาม แต่ฟังก์ชันเหล่านั้นส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ผ่านกระบวนการวิจัย ทำให้เกิดประเด็นสงสัยมากมายเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม เพื่อเป็นการพิสูจน์ความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างเป็นรูปธรรม โดยไม่ใช่อ้างอิงเป็นที่ยืนยันความถูกต้องของโปรแกรม

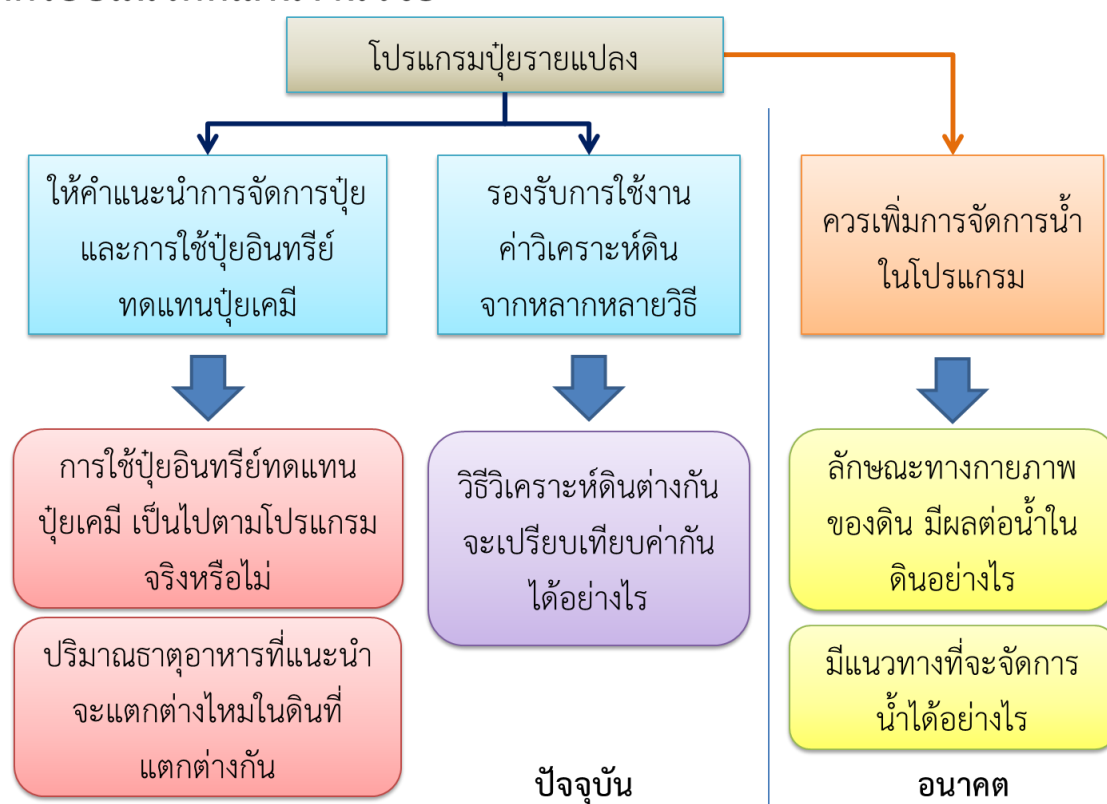
อย่างไรก็ตาม ประเด็นคำถามที่เป็นข้อสงสัยเกี่ยวกับโปรแกรมนั้นมีมาก ทำให้ต้องกำหนดกรอบเฉพาะที่มีความเป็นไปได้ก่อน โดยพิจารณาที่พืชไร่ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น สามารถเพาะปลูกซ้ำได้ในช่วงเวลาวิจัย และเน้นประเด็นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (กรอบสีชมพูในภาพที่ 3) ซึ่งเป็นสิ่งใหม่ที่เพิ่มเติมจากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และประเด็นปัญหาว่า สมบัติดินที่แตกต่างกันส่งผลต่อศักยภาพในการใช้ปุ๋ยของพืชต่างกันหรือไม่ เพราะการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไม่ได้พิจารณาสมบัติดินที่มีความแตกต่างกัน แต่ใช้ค่าวิเคราะห์ดินในการให้คำแนะนำโดยตรง

นอกจากนี้ โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งได้ผนวกรวมข้อมูลปุ๋ยสั่งตัดไว้ ซึ่งใช้ชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไว้ และได้รับประเด็นนโยบายให้ใช้งานกับหน่วยวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ของกรม

พัฒนาที่ดินได้ จึงทำให้วิธีวิเคราะห์ดินมีมากกว่าหนึ่งวิธี และในแต่ละวิธีมีข้อจำกัดการใช้งานแตกต่างกัน มี การใช้น้ำยาสกัดดินแตกต่างกัน ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สกัดได้แตกต่างกันไปด้วย ดังนั้น การให้ วิธีวิเคราะห์แตกต่างกันสามารถทำงานบนโปรแกรมและคำแนะนำเดียวกันได้ จำเป็นต้องมีสมการในการ แปลงค่าผลวิเคราะห์ดินจากวิธีหนึ่งไปสู่วิธีที่ใช้ในการให้คำแนะนำปุ๋ยนั้น เช่น หากต้องใช้คำแนะนำของกรม วิชาการเกษตร ต้องใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการมาตรฐาน แต่หากใช้คำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดต้องใช้วิธี วิเคราะห์ของชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย เป็นต้น (กรอบสีม่วงในภาพที่ 3)

อนึ่ง มีการกล่าวถึงและเสนอแนะให้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงให้คำแนะนำในการจัดการน้ำด้วย ดังนั้น จึงต้องมีการวางแผนงานในการวิจัยในการบริหารจัดการน้ำขึ้นมา โดยพิจารณาที่สมบัติทางกายภาพของดิน และวิธีการปฏิบัติในภาคสนาม (กรอบสีเหลืองในภาพที่ 3)

### ผังกรอบแนวคิดแผนงานวิจัย



ภาพที่ 3 แสดงผังกรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย

กรอบของแผนงานวิจัยนี้จึงประกอบด้วย การทำแปลงวิจัยเพื่อทดสอบคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงฯ การทำแปลงวิจัยเพื่อทดสอบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี การทำวิจัยในกำหนดแนวทางการจัดการน้ำ การวิจัยด้านการสลายตัวของสารอินทรีย์ และการวิจัยด้านความสัมพันธ์ของค่าวิเคราะห์ดินจากวิธีการวิเคราะห์ที่ต่างกัน โดยทุกงานวิจัยจะมีพื้นฐานของดินในลักษณะเดียวกันคือ แบ่งแยกตามสมบัติเนื้อดิน และแร่ในดินเป็นหลัก เนื่องจากสมบัติด้านเนื้อดินและแร่ในดินจะส่งผลอย่างมากต่อกระบวนการและสมบัติอื่นๆ ในดิน และเป็นสมบัติดินที่สามารถแบ่งแยกได้ง่าย (เมื่อมีการจัดเป็นกลุ่มใหญ่ๆ) ทำให้ง่ายต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี

## 2.2 อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

แผนงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 10 โครงการวิจัย ซึ่งแต่ละโครงการวิจัยมีอุปกรณ์และวิธีการที่แตกต่างกันและคล้ายคลึงกัน ตามกรอบแนวคิดของแผนงานวิจัยที่เน้นการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง (โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง) ดังนั้น อุปกรณ์ในส่วน of แผนงานวิจัยจึงประกอบด้วย

1. คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงในการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลของผลการวิจัยในโครงการย่อย
2. โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ที่ใช้เป็นแหล่งคำแนะนำหลักในการกำหนดต่อการทดลองหรือต่อการทดสอบให้กับโครงการย่อยแต่ละโครงการ
3. ระบบสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการติดต่อประสานงาน ส่งการ มอบหมาย ให้คำปรึกษา แก้ไขปัญหาในกระบวนการวิจัย

### ทักษะและองค์ความรู้ที่จำเป็น

1. แนวคิด มุมมอง และการเห็นภาพรวมของแผนงานวิจัย
2. ความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการการทำการวิจัย และสถิติ ตลอดจนองค์ความรู้ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการวิจัยแต่ละโครงการย่อย
3. ทักษะในการบริหารทีมงานวิจัย (โดยเฉพาะทีมงานวิจัยที่มีผู้ร่วมงานจำนวนมาก)

### วิธีการ

1. ศึกษารวบรวมข้อสังเกต ข้อท้วงติง ข้อสงสัย และประเด็นปัญหาอื่นๆ จากการเผยแพร่โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 ที่ได้มีการถ่ายทอดในรูปแบบบรรยาย นิทรรศการ เว็บไซต์ และการซักถามส่วนบุคคล

2. สรุปประเด็นต่างๆ ในการใช้งานโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนา ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมนั้นแบ่งได้เป็น 1) การพัฒนาในส่วนระบบฐานข้อมูลและการติดต่อกับผู้ใช้ 2) การพัฒนาปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลในระบบ ซึ่งข้อมูลที่ต้องปรับปรุงเพิ่มเติม นั้น ส่วนหนึ่งต้องมาจากการวิจัย

3. พิจารณาข้อมูลที่ต้องใช้การศึกษาวิจัย มากำหนดเป็นหัวข้อการวิจัย และจัดทำแผนงานวิจัย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดกรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย โดยคัดเลือกเฉพาะปัญหาที่มีทางเป็นไปได้ในการวิจัย และเป็นประเด็นสำคัญอันดับต้นๆ

3.2 ร่างแผนงานวิจัย และร่างโครงการวิจัยย่อยทั้งหมด

3.3 ติดต่อนักวิจัยที่สนใจเข้าร่วมทีมงาน มาเป็นหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย และมอบหมายให้นักวิจัยร่วมพิจารณาร่างโครงการวิจัย

3.4 รวบรวมเรียบเรียงข้อเสนอแนะจากหัวหน้าโครงการย่อย มาเขียนข้อเสนอแผนงานวิจัย และข้อเสนอโครงการวิจัย เพื่อส่งคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติพิจารณาสนับสนุนแผนงานวิจัย

3.5 เมื่อแผนงานวิจัยพร้อมโครงการวิจัยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และกรมพัฒนาที่ดินได้รับการจัดสรรงบประมาณแล้ว ได้เข้าร่วมประชุมเพื่อให้ความเห็นต่อคณะกรรมการของกรมพัฒนาที่ดิน ในการอนุมัติงบประมาณ

4. บริหารแผนงานวิจัย เมื่อแผนงานวิจัยได้รับการสนับสนุน และผ่านการอนุมัติงบประมาณจากกรมพัฒนาที่ดินแล้ว โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.1 จัดประชุมคณะวิจัย เพื่อมอบหมายหน้าที่ในการทำงานวิจัยตามโครงการย่อย ดังนี้

- หัวหน้าโครงการย่อยมีหน้าที่รับผิดชอบโครงการย่อยของตน ตั้งแต่การดำเนินการทำการทดลอง ตลอดจนถึงการเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ และให้ถือว่าโครงการย่อยนั้นเป็นผลงานเฉพาะตัวของหัวหน้าโครงการย่อย แต่ผลการทดลองของแต่ละโครงการเป็นข้อมูลกลางที่ใช้งานร่วมกันภายในโครงการวิจัยต่างๆ ในแผนงานวิจัย และใช้เป็นข้อมูลเขียนสรุปแผนงานวิจัย

- ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยจะทำหน้าที่ให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวกในการวิจัย เช่น การติดต่อประสานงาน งบประมาณ เป็นต้น และให้ความเห็นและคำแนะนำในการวิจัยกรณีที่การดำเนินงานโครงการวิจัยมีปัญหาที่เกินกว่าหัวหน้าโครงการจะตัดสินใจได้ ทั้งนี้เพื่อให้ภาพรวมของโครงการวิจัย ตอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย นอกจากนี้ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยมีหน้าที่รวบรวมผลการทดลองของทุกโครงการวิจัย เพื่อเขียนสรุปรายงานของแผนงานวิจัยให้มีความสอดคล้องและเป็นหนึ่งเดียวกัน

- หัวหน้าโครงการย่อยต้องมีการประสานงานกัน เพื่อให้การเก็บตัวอย่างดิน ณ แปลงทดลองหนึ่ง สามารถใช้เป็นตัวอย่างดินในโครงการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดินได้ และให้ทำการทดลองในพื้นที่เดียวกันถ้าเป็นไปได้

4.2 พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งแปลงวิจัย ให้สอดคล้องเหมาะสมกับกรอบการวิจัยของแผนงานวิจัย โดยหัวหน้าโครงการวิจัยและทีมงานเป็นผู้หาแปลงวิจัย และแจ้งมายังผู้บริหารแผนงานวิจัย เมื่อเห็นควรจึงดำเนินการเก็บตัวอย่างดินและทำการทดลอง

4.3 พิจารณาเลือกตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ ให้สอดคล้องเหมาะสมกับกรอบการวิจัยของแผนงานวิจัย และพิจารณาการเก็บตัวอย่างดินเพิ่มเติมนอกเหนือจากแปลงวิจัย เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่และจำนวนตัวอย่างในโครงการที่เน้นการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

4.4 ปฏิบัติหน้าที่ตามหน้าที่ของผู้ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยตามที่ได้ประชุมไว้ เช่น การติดต่อประสานงาน การจัดสรรงบประมาณ การให้ความเห็น การให้คำปรึกษาแนะนำ การตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาของการวิจัยในโครงการย่อย

4.5 ติดตามความก้าวหน้า และตรวจเยี่ยมแปลงทดลองตามความจำเป็น

4.6 จัดการประชุมเพื่อการพัฒนาบุคลากรด้านการวิจัย และพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ตามข้อกำหนดของการจัดทำแผนงานวิจัย

4.7 จัดทำรายงานความก้าวหน้าและยื่นข้อเสนอโครงการในแต่ละปีจนสิ้นสุดโครงการ

4.8 บริหารงานแผนงานในด้านอื่นๆ เพื่อให้การวิจัยโดยภาพรวมของแผนงานวิจัยและของโครงการย่อยแต่ละโครงการ มุ่งไปสู่จุดประสงค์ของแผนงานวิจัย

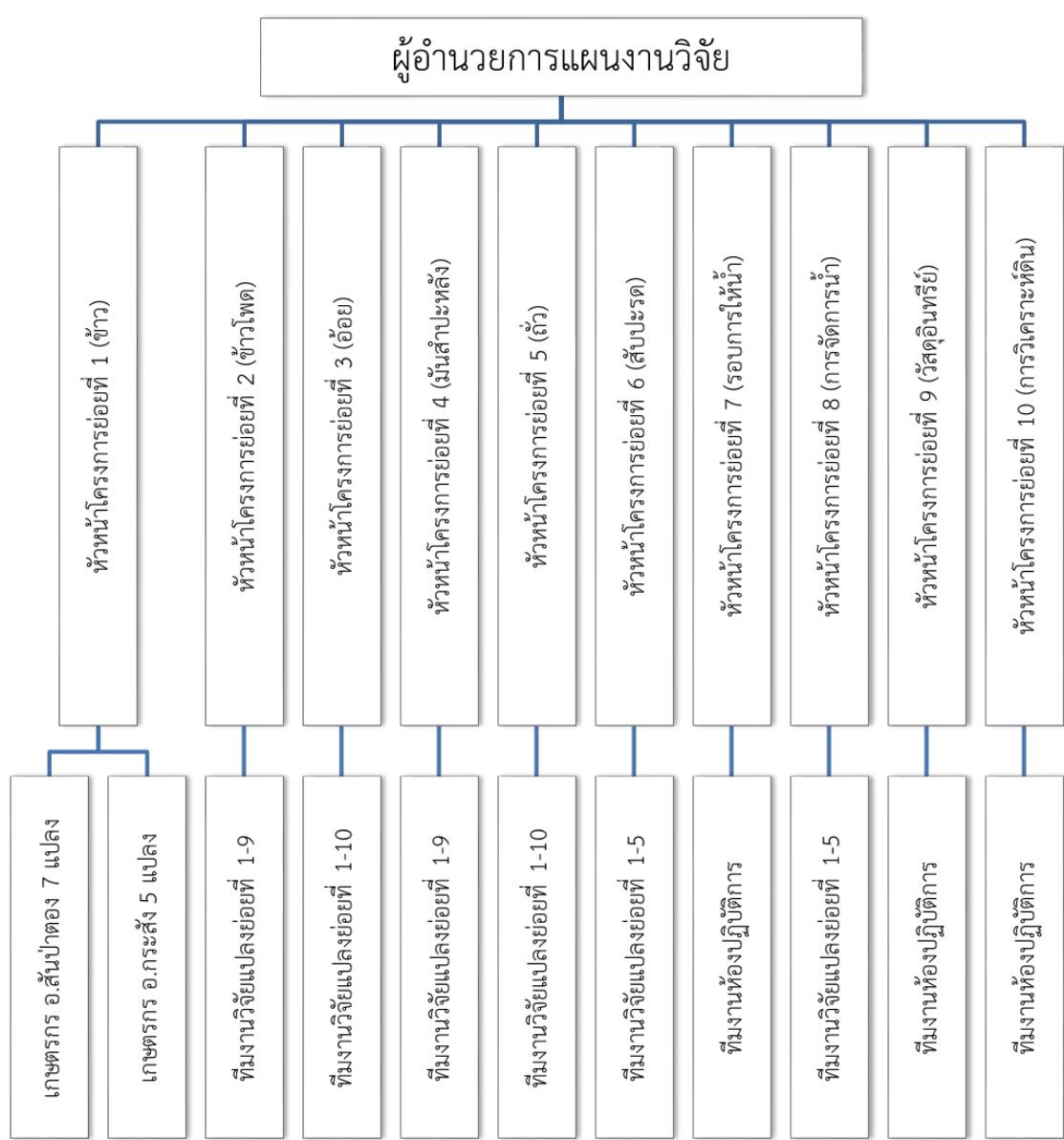
5. รวบรวมผลการทดลองในแต่ละโครงการวิจัยย่อย วิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างแปลงทดลองและระหว่างโครงการวิจัยย่อย เขียนสรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบพร้อมวิจารณ์ผล เข้าสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

6. รายงานผลงานวิจัยในส่วนของ “แผนงานวิจัยการศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง”

## 2.3 โครงสร้างการบริหารแผนงานวิจัย

แผนงานวิจัย ประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อย 10 โครงการ มีหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยเป็นผู้ดูแลโครงการ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยมีทำหน้าที่ประสานงานกับหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยทั้งหมด เพื่อกำหนดกรอบแผนงานวิจัย เป้าหมาย และการดำเนินการให้ไปในทิศทางเดียวกัน มีการบูรณาการข้อมูลเข้าด้วยกัน โดยการใช้ ข้อมูลสัณฐานวิทยาดีเอ็นเอ และผลการวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลง ต้องถูกนำไปใช้ในโครงการย่อยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อผลโดยรวมในการวิเคราะห์ตามแผนงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัยที่มีแปลงทดลอง มีหน้าที่ประสานงานกับผู้ร่วมโครงการที่รับผิดชอบแปลงทดลอง ให้ปฏิบัติการดูแลแปลงทดลองไปในทิศทางเดียวกัน หัวหน้าโครงการย่อยมีหน้าที่รับผิดชอบในการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละแปลง และเป็นผู้ทำรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการย่อยนั้น และให้ถือเป็นผลงานเฉพาะตัวของผู้รับผิดชอบโครงการนั้นๆ



ภาพที่ 4 ผังการทีมงาน และโครงข่ายประสานงานการบริหารแผนงานวิจัย

โครงสร้างการบริหารแผนงานวิจัย แยกกระบวนการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคือ กระบวนการดำเนินงานแผนงานวิจัย รับผิดชอบโดยผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ส่วนที่สองคือ กระบวนการดำเนินโครงการวิจัยย่อยในแต่ละโครงการ รับผิดชอบโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ทั้งสองส่วนเชื่อมโยงกัน โดยกรอบของแผนงานวิจัย และการประสานงานของผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ดังภาพที่ 5

#### ผังกระบวนการดำเนินงานแผนงานวิจัย



#### ผังกระบวนการดำเนินงานโครงการวิจัยย่อย

#### ภาพที่ 5 ผังกระบวนการดำเนินงานของแผนงานวิจัย และโครงการวิจัยย่อย

รายงานฉบับสมบูรณ์นี้ เป็นรายงานอันสืบเนื่องจากการกระบวนการดำเนินงานแผนงานวิจัย ซึ่งเป็นผลมาจากการบริหารแผนงานวิจัย และการร่วมกับหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ในการดูแลรับผิดชอบโครงการวิจัยย่อยภายใต้แผนงานวิจัย ตั้งแต่กระบวนการเตรียมการวิจัยที่ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ร่างแผนงาน/โครงการ และสร้างทีมงานวิจัย ส่งมอบและรับฟังความเห็น (เส้นสีเขียว) ต่อโครงการวิจัยย่อยแต่ละโครงการ ภายใต้กรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย ในช่วงของการดำเนินโครงการวิจัยย่อยแต่ละโครงการ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยทำหน้าที่ประสานงาน ติดตามความก้าวหน้า แก้ไขปัญหาและร่วมตัดสินใจในบางกรณี (เส้นสีแดง)

เมื่อผลการทดลองเสร็จสิ้น หัวหน้าโครงการวิจัยมีหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลและเขียนรายงานผลการวิจัยให้สอดคล้องไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการ โดยนำส่งข้อมูลจากการทดลองให้ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย (ลูกศรสีส้ม) ในการนำไปวิเคราะห์สังเคราะห์ เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย โดยการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูลนั้น ต้องเชื่อมโยงผลของโครงการวิจัยย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน ตามกรอบแนวคิดที่ได้ทำไว้ และสรุปผลสู่การนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง) ต่อไป

รายงานแผนงานวิจัยนี้ จึงกล่าวถึงโครงการวิจัยย่อย เฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลการทดลองของโครงการย่อย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัยเท่านั้น

## 2.4 สถานที่ทำการวิจัย ที่ตั้งแปลงทดลอง และดำรับการทดลอง

### สถานที่ดำเนินการ

แผนงานวิจัยนี้ มีสถานที่หลักในการบริหารแผนงานวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล คือ กองสำรวจดิน และวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ ซึ่งการบริหารและวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการเขียนรายงาน ผลข้อมูล ดำเนินการในสำนักงาน

ทั้งนี้ ภายใต้แผนงานวิจัยนี้ มีการติดตามการทำวิจัยของโครงการย่อย ซึ่งได้ดำเนินการในภาคสนาม และในห้องปฏิบัติการ ตามแต่ละสถานที่ทำการวิจัยของแต่ละโครงการย่อย ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวกตาม ข้อมูลของแต่ละโครงการย่อย

### แปลงทดลอง และดำรับการทดลอง

โครงการย่อยภายใต้แผนงานวิจัย มีการกำหนดที่ตั้งแปลงทดลองแบบบูรณาการ คือ การใช้พื้นที่ บริเวณเดียวกันในการทำแปลงทดลองเท่าที่สภาพและสถานการณ์อำนวย ขณะที่ดำรับการทดลองในกลุ่ม โครงการที่คล้ายคลึงกันจะกำหนดโครงร่างของดำรับการทดลองในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ดำรับการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละแปลงทดลอง เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ขนาดพื้นที่ แตกต่างกัน ความพร้อมที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม แต่ละโครงการย่อยได้พยายามให้ดำรับการทดลองอยู่ใน กรอบเดียวกัน หรืออย่างน้อยให้มีบางดำรับที่สามารถเปรียบเทียบระหว่างแปลงทดลองได้ รายละเอียดที่ตั้ง แปลงทดลอง และดำรับการทดลอง แสดงไว้ในภาคผนวกของแต่ละโครงการ

### 3. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาในส่วนของแผนงานวิจัย “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” เป็นการรายงานผลการศึกษาตามกระบวนการของแผนงานวิจัย ซึ่งมีการใช้ข้อมูลผลการทดลองของโครงการย่อยในการสรุปผลเชิงเปรียบเทียบและบูรณาการข้อมูล เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย เนื่องด้วยแผนงานวิจัยชุดนี้มีกรอบแนวคิดในการทำแผนงานวิจัยว่า โครงการย่อยมีวัตถุประสงค์และวิธีการวิจัยเฉพาะตัวของแต่ละโครงการ แต่ทุกโครงการย่อยจะมีผลการวิจัยส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดไปสู่การตอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย ฉะนั้น การจัดทำรายงานและผลการศึกษาของแผนงานวิจัย จึงไม่ใช้การนำรายงานผลการวิจัยแต่ละโครงการย่อยมารวบรวมเป็นเล่มเดียวกัน แต่เป็นการเขียนรายงานผลการศึกษาของแผนงานวิจัยแยกเป็นประเด็นโดยเฉพาะ ดังนี้ (ข้อมูลจำเพาะของแต่ละโครงการย่อยได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก สำหรับรายละเอียดของแต่ละโครงการย่อย ติดตามได้ที่รายงานฉบับสมบูรณ์ของแต่ละโครงการย่อย)

#### 3.1 ข้อสังเกต และประเด็นปัญหาของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการบริหารแผนงานวิจัย

โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้รับการเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี 2551 ในเวอร์ชัน 1.0 จากนั้นได้มีการพัฒนาปรับปรุงเรื่อยมาจนถึงเวอร์ชัน 3.0 ซึ่งเป็นเวอร์ชันที่มีการเปลี่ยนแปลงจากเวอร์ชันเดิมๆ อย่างมาก ต่อมาได้มีการเผยแพร่โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเวอร์ชัน 3.0 ไปยังผู้ใช้งานส่วนต่างๆ มากมาย พร้อมทั้งรับฟังข้อสังเกต ข้อท้วงติง ข้อสงสัย และประเด็นปัญหาต่างๆ ซึ่งผลการศึกษารวบรวมสรุปได้ ดังนี้

1. เมื่อโปรแกรมมีการรองรับการใช้ผลวิเคราะห์ที่เป็นเชิงปริมาณ จึงเกิดคำถามว่าหากผลวิเคราะห์เชิงปริมาณอยู่ใกล้ๆ ขอบของช่วงเปลี่ยนค่าเชิงคุณภาพ เช่น เปลี่ยนจากต่ำเป็นปานกลาง โปรแกรมมีการจัดการให้คำแนะนำอย่างไร จะปัดเป็นปานกลางหรือให้อยู่ในระดับต่ำตามค่าช่วง ซึ่งทีมงานพัฒนาโปรแกรมได้พัฒนาให้คำแนะนำผันแปรไปตามค่าวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยตรง โดยการสร้างสมการโลจิสติกส์จากข้อมูลคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยพยายามให้เส้นสมการสัมผัสและสอดคล้องกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตรซึ่งเป็นค่าเชิงคุณภาพให้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการเผยแพร่โปรแกรมแล้ว มีข้อสังเกตจากผู้ใช้งานว่า คำแนะนำที่ได้จากสมการโลจิสติกส์นั้นเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นหนึ่งในโจทย์วิจัยของโครงการย่อยที่ 1-6 โดยการผันแปรระดับของไนโตรเจน

2. โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 มีการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีด้วย โดยมีข้อกำหนดในการคำนวณว่า ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ร้อยละ 60 เท่านั้นที่จะนำไปทดแทนปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ยกตัวอย่างเช่น หากมีคำแนะนำว่าพืชต้องใช้ไนโตรเจน 5 กิโลกรัม N ต่อไร่ และมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีไนโตรเจนร้อยละ 1 โดยมีความชื้นที่ร้อยละ 50 หากใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 500 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้ไนโตรเจน  $500 \times 50/100 \times 1/100 = 2.5$  กิโลกรัม N และเมื่อทดแทนได้ร้อยละ 60 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนอีก 3.5 กิโลกรัม N ซึ่งมีประเด็นคำถามที่เป็นข้อสงสัยของผู้ใช้งานว่า การประเมินความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ที่ร้อยละ 60 นั้น เชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งเป็นโจทย์วิจัยของโครงการย่อยที่ 1-6 โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีตามข้อกำหนดของโปรแกรม เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเต็มสูตร

3. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีนั้น ปุ๋ยอินทรีย์ย่อมส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในด้านอื่นๆ ด้วย เช่น การส่งเสริมการสร้างราก หรือการได้รับธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริม การที่โปรแกรมใช้เฉพาะผลวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์ไปทดแทนปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวจะมีความแม่นยำแค่ไหน เป็นอีกหนึ่งคำถามที่เกิดขึ้นจากผู้ใช้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยในด้านนี้ ต้องใช้การศึกษาที่

ละเอียดเฉพาะ และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาก ทำให้การวางแผนการทดลองเป็นไปได้ยาก จึงเป็นประเด็นที่ยังไม่ได้มีการศึกษาวิจัยในแผนวิจัยนี้

4. โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรองรับวิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยใช้ฐานข้อมูลคำแนะนำจากแหล่งเดียวกันซึ่งคำแนะนำนั้นอ้างอิงตามค่าวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทางปฐพีวิทยา ดังนั้น การแปลงผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินซึ่งมาจากวิธีวิเคราะห์ดินวิธีอื่นๆ จึงต้องมีการแปลงค่าวิเคราะห์ดินให้สอดคล้องกับวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการอ้างอิงการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงมีสมการที่ได้จากการประเมินเบื้องต้นมาแล้ว หากแต่ยังไม่ได้มีการทดสอบยืนยัน จึงเป็นโจทย์วิจัยสำหรับโครงการวิจัยย่อยที่ 10

5. แม้ว่าการศึกษาวิจัยอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการใช้ปุ๋ยเคมีนั้น จะเป็นการศึกษาวิจัยที่ต้องใช้ระยะเวลายาวนาน และมีปัจจัยที่ต้องศึกษามาก แต่การได้เริ่มศึกษาในบางปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จะถือเป็นการเริ่มต้นที่ดี จึงเกิดเป็นโจทย์วิจัยในเรื่องการศึกษาการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน ในโครงการวิจัยย่อยที่ 9

6. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งเป็นฐานข้อมูลหลักในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงนั้น ยึดถือตามผลวิเคราะห์ดินเป็นหลัก โดยไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างในเรื่องสมบัติอื่นๆ ของดินในแต่ละพื้นที่เลย ดังนั้น เป็นไปได้หรือไม่ที่ ดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน จะส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งทำให้การทดลองในโครงการที่ 1-6 จึงจำเป็นต้องดำเนินการในหลายพื้นที่ ในหลายลักษณะดิน เพื่อหาความแตกต่างนั้น

7. ประเด็นคำแนะนำที่ผู้ใช้อยากให้มีการเพิ่มเติมในโปรแกรม คือ คำแนะนำในการจัดการน้ำ ซึ่งในปัจจุบันการประเมินการจัดการน้ำนั้น ยังอาศัยการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาความจุของน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ แต่มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพบางประการของดิน ซึ่งทำให้นำไปสู่การสร้างฟังก์ชันการให้คำแนะนำการจัดการน้ำได้ โดยเฉพาะเมื่อเป็นการให้คำแนะนำการจัดการน้ำโดยคร่าวๆ ที่ไม่ได้จำเพาะเจาะจงให้มีความแม่นยำมากนัก อย่างไรก็ตามการให้คำแนะนำด้วยโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ดังนั้น การศึกษาวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการน้ำกับสมบัติบางประการของดิน จึงเป็นแนวทางการวิจัยในโครงการย่อยที่ 7 และ 8 เพื่อเป็นแนวทางในการทำให้การแปลความหมายข้อมูลดินให้ง่ายลงและนำไปสู่การใช้ในโปรแกรมได้

ทั้งนี้ แม้ว่าจะมีการวิจัยในกรมพัฒนาที่ดินหลายการวิจัยที่นำคำแนะนำนี้ไปใช้ แต่มักนำไปใช้เปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ไม่ได้มีงานวิจัยใดที่มุ่งเน้นหาความผันผวนภายในคำแนะนำของโปรแกรมเอง อีกทั้งเพื่อการพัฒนาโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงก้าวต่อไปได้ จึงได้เน้นศึกษาการจัดการน้ำเบื้องต้นประกอบในแผนงานวิจัย โดยคาดหวังว่าข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมหรือเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิจัยต่อไป

การพัฒนาโปรแกรมนั้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาทั้งสองส่วน คือ

- 1) การพัฒนาในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้
- 2) การพัฒนาปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

การพัฒนาในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้นั้น มุ่งเน้นในการพัฒนาให้โปรแกรมอยู่ในรูปแบบที่ใช้งานได้ง่ายขึ้น เป็นมิตรกับผู้ใช้ ผู้ใช้งานไม่ต้องทำความเข้าใจมากนักในการใช้งานโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้เป็นงานที่ต้องมีการดำเนินการโดยเฉพาะ

สำหรับการพัฒนาในส่วนของระบบฐานข้อมูลนั้น มีการดำเนินการแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ การศึกษารวบรวมข้อมูลและผลงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการถ่ายทอดสู่ผู้ใช้งานโปรแกรมต่อไป ซึ่งคือการหาข้อมูลทุติยภูมิ อีกส่วนหนึ่งคือการหาข้อมูลให้ได้มาซึ่งข้อมูล หรือข้อมูลปฐมภูมิ เพื่อนำมาเป็นส่วน

หนึ่งในฐานข้อมูลสำหรับการถ่ายทอดสู่ผู้ใช้ อย่างไรก็ตาม การใช้ข้อมูลปฐมภูมิโดยตรงมักไม่ค่อยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด โดยเฉพาะในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงที่ให้ข้อมูลทั้งประเทศ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมที่ดีที่สุดคือ ข้อมูลทุติยภูมิ หากแต่ว่าการนำข้อมูลทุติยภูมิมาใช้นั้น มักเกิดข้อกังวลสงสัยของผู้ใช้งาน ดังนั้น เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมมีความมั่นใจมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยทดสอบผลของการใช้ข้อมูลนั้น

ในแผนงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นการทดสอบผลของการใช้งานโปรแกรม โดยแตกประเด็นการวิจัยในโครงการย่อย เพื่อหาข้อเท็จจริงที่เป็นไปได้จากการใช้คำแนะนำของโปรแกรม ซึ่งด้วยข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาทำให้ต้องจำกัดอยู่เฉพาะพืชไร่ 6 ชนิด และจำกัดในการศึกษาเฉพาะในโตรเจนเป็นหลัก เพราะเป็นธาตุอาหารที่มีความอ่อนไหวในการจัดการมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ จึงเกิดเป็นโครงการวิจัยย่อย 6 โครงการ และเพื่อให้สามารถตอบปัญหาในการใช้งานโปรแกรมในเรื่องอื่นๆ จึงต้องมีโครงการย่อยอีก 4 โครงการ ที่ศึกษาในเรื่องของน้ำ และงานวิจัยพื้นฐานประกอบการพัฒนาโปรแกรม

ในการบริหารแผนงานวิจัยนั้น มีทั้งปัญหาอุปสรรคอันเนื่องจากการเป็นแผนงานวิจัยขนาดใหญ่ มีผู้ร่วมวิจัยจำนวนมากในแต่ละโครงการย่อย รวมถึงปัญหาอันเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยให้สามารถดำเนินการได้ตามแผนงานเดิม การพิจารณาตัดสินใจปรับเปลี่ยนการทดลองมักเกิดขึ้นเสมอเพื่อให้สามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างราบรื่น อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนสิ่งใดย่อมต้องพยายามให้อยู่ในกรอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยเดิม และอยู่ในกรอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย นอกจากนี้ต้องมีการจัดการประชุมเพื่อพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ด้วย ซึ่งโดยภาพรวมผลการบริหารแผนงานวิจัยเป็นไปได้ดีด้วยดี แม้มีความล่าช้าบ้างในเรื่องการรายงานผลแต่ก็สามารถผ่านพ้นไปได้ด้วยดี

### 3.2 การวิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูล จากผลการทดลองในโครงการย่อย

ผลการศึกษาในแต่ละโครงการย่อย เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการย่อย ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบ หากแต่ยังไม่ได้มีการบูรณาการเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย ดังนั้น การดำเนินงานในส่วนที่สำคัญที่สุดของแผนงานวิจัยคือ การรวบรวมผลการทดลองในแต่ละโครงการวิจัยย่อย วิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างแปลงทดลองและระหว่างโครงการวิจัยย่อย เขียนสรุปผลการศึกษา เปรียบเทียบพร้อมวิจารณ์ผล เข้าสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

ทั้งนี้ การดำเนินการของแต่ละโครงการวิจัยย่อย อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย โดยเฉพาะการเขียนรายงานผลการวิจัยของโครงการย่อย เป็นผลงานเฉพาะบุคคลของหัวหน้าโครงการ ซึ่งไม่ใช่ส่วนหนึ่งของการเขียนรายงานแผนงานวิจัย ซึ่งเป็นการนำข้อมูลของแต่ละโครงการย่อยมาบูรณาการและวิเคราะห์สังเคราะห์ เพื่อตอบในส่วนหนึ่งของวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย แต่เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับผู้อ่านที่ต้องการสืบค้นเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลในแต่ละโครงการย่อย จึงรวบรวมข้อมูลแต่ละโครงการย่อยไว้ใน “ภาคผนวก” ทั้งนี้ รายละเอียดต่างๆ ของการดำเนินโครงการวิจัยย่อย รวมถึงผลการทดลองและการวิจารณ์ผลของแต่ละการทดลอง เป็นเนื้อหาสาระที่อยู่ในรายงานผลการวิจัยของแต่ละโครงการย่อย ซึ่งเป็นผลงานการเขียนของหัวหน้าโครงการ และไม่ใช่ว่าประเด็นหลักที่ส่งผลถึงวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย ที่มุ่งเน้นศึกษาความสอดคล้องแม่นยำของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง การศึกษาเบื้องต้นของการจัดการน้ำในไร่-นา และการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการปรับปรุงโปรแกรม

ประเด็นสำคัญที่แผนงานวิจัยนี้มุ่งเน้น คือ การแปลการทดลองต่างๆ จากโครงการวิจัยย่อยว่า ด้วยผลของการทดลองนั้น สามารถนำไปสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด ซึ่งได้แสดงไว้ช่วงต้นของแต่ละกลุ่มข้อมูลของผลจากโครงการย่อยแล้ว

### 3.2.1 ความสอดคล้องแม่นยำของคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

#### 3.2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าว

ข้าว เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญมากของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ทำการเกษตรกรรมของประเทศไทย และเป็นพืชที่เป็นประเด็นเรื่องของการต้นทุนการผลิตมากที่สุด ในปัจจุบันมีการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงเกินความจำเป็น แม้จะมีความพยายามรณรงค์ให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแล้วก็ตาม ก็ยังมีเกษตรกรจำนวนมากที่ยังไม่มั่นใจในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จากการศึกษาการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่สำหรับข้าว หรือปุ๋ยสั่งตัด ได้มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวไว้แล้ว โดยแยกเป็นข้าวไวต่อช่วงแสงซึ่งใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นตัวแทน และข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงซึ่งใช้ข้าวชัยนาท 1 เป็นตัวแทน ซึ่งครอบคลุมข้าวแทบทุกชนิดที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทยแล้ว แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกสภาพแวดล้อมของการเพาะปลูก เช่น การปลูกข้าวในช่วงนาปรัง การปลูกข้าวพื้นเมือง เป็นต้น ในการศึกษาในเบื้องต้นของการวิจัย มีความพยายามจะทำการศึกษาเพื่ออุดช่องว่างดังกล่าว แต่พบว่า การควบคุมแปลง รวมถึงระยะเวลา และงบประมาณไม่สอดคล้องให้ดำเนินการให้เกิดผลได้ จึงได้ปรับจากการทดลองสู่การทำแปลงทดสอบโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม ซึ่งทำให้ไม่สามารถกำหนดตารางการทดลองให้ตรงกันได้ เพราะต้องใช้ตารางการทดลองจากความเห็นของเกษตรกรร่วมด้วย

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าว ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (บุษยรัตน์ หมอกมัว) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ดัดแปลง ผลการทำแปลงทดลอง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทำแปลงทดลองที่หลากหลายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. จากลักษณะตัวเลขคำแนะนำปุ๋ยที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงที่ปรากฏในตารางการทดสอบ มีความเป็นไปได้ว่า จะเป็นการดึงคำแนะนำมาจากฐานข้อมูลปุ๋ยสั่งตัด (ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง) ทำให้มีคำแนะนำปุ๋ยที่น้อยมาก ซึ่งเมื่อมีผลการทดสอบเปรียบเทียบกับคำแนะนำโดยปกติของกรมวิชาการเกษตรแล้ว พบว่า มีทั้งที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงนับว่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยข้าวของกรมวิชาการเกษตร สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยสั่งตัดได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งในแนวทางสู่การพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง จึงควรยึดคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเป็นหลัก ไปเพียงฐานข้อมูลเดียว ส่วนฐานข้อมูลการใช้ปุ๋ยตามแบบของปุ๋ยสั่งตัด อาจเก็บไว้ใช้ในกรณีเฉพาะ ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงเมื่อผู้ใช้งานต้องการเท่านั้น หรือให้เรียกใช้เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือที่ใช้คู่กัน คือ ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย (KU Soil test kit) เท่านั้น เพราะแม้ว่าจะใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยใด ก็เป็นคำแนะนำที่ช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุน และอาจเพิ่มผลผลิตได้เช่นกัน

2. จากการตอบรับที่ดีของเกษตรกรผู้ร่วมทำแปลงทดสอบ ทำให้ควรได้ใช้แนวทางในการดำเนินการนี้เป็นหนึ่งในวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร ซึ่งนอกจากจะทำให้เกษตรกรได้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแล้ว ผู้ดำเนินการยังสามารถเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ และนำไปสู่การสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ได้

3. แม้การทำการทดลองเกี่ยวกับข้าว จะควบคุมปัจจัยได้ยาก เนื่องจากการควบคุมปัจจัยต่างๆ ทำได้ยาก โดยเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น ปริมาณน้ำ และปุ๋ย เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ผลการทดลองไม่สามารถอธิบายได้ หรือไม่สอดคล้องกันจนสามารถตอบได้ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน แต่ยังคงมีความจำเป็นต้องทำการทดลองเกี่ยวกับข้าวต่อไป หากแต่ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องมีการกำหนดสมมติฐานที่ชัดเจน และที่สำคัญต้องมีระยะเวลาเพียงพอที่จะสามารถทำซ้ำได้ เพื่อให้ทราบผลที่แน่นอน

4. การทำการทดลองครั้งนี้ ใช้เป็นภาพรวมของการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน นั่นคือ ไม่ได้ให้เกิดความผันแปรของธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งเป็นหลัก แต่ให้มีความผันแปรได้ทั้งสามชนิดของธาตุอาหารเลย ยกเว้นในกรณีที่มีการปลูกปอเทือง ที่มีการลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเป็นสัดส่วน ซึ่งหากมองผลการทดลองในภาพรวมแล้ว อาจบอกได้ว่า การลดปุ๋ยไนโตรเจนลงครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ ให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า การใช้ปุ๋ยพืชสด (ปอเทือง) จะช่วยลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นผลทดลอง ปัจจัยที่ควบคุมไม่ชัดเจน จึงไม่สามารถกล่าวเป็นข้อสรุปลงในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้ หากแต่เป็นคำแนะนำที่ควรได้มีการศึกษาทดลองกันต่อไป

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

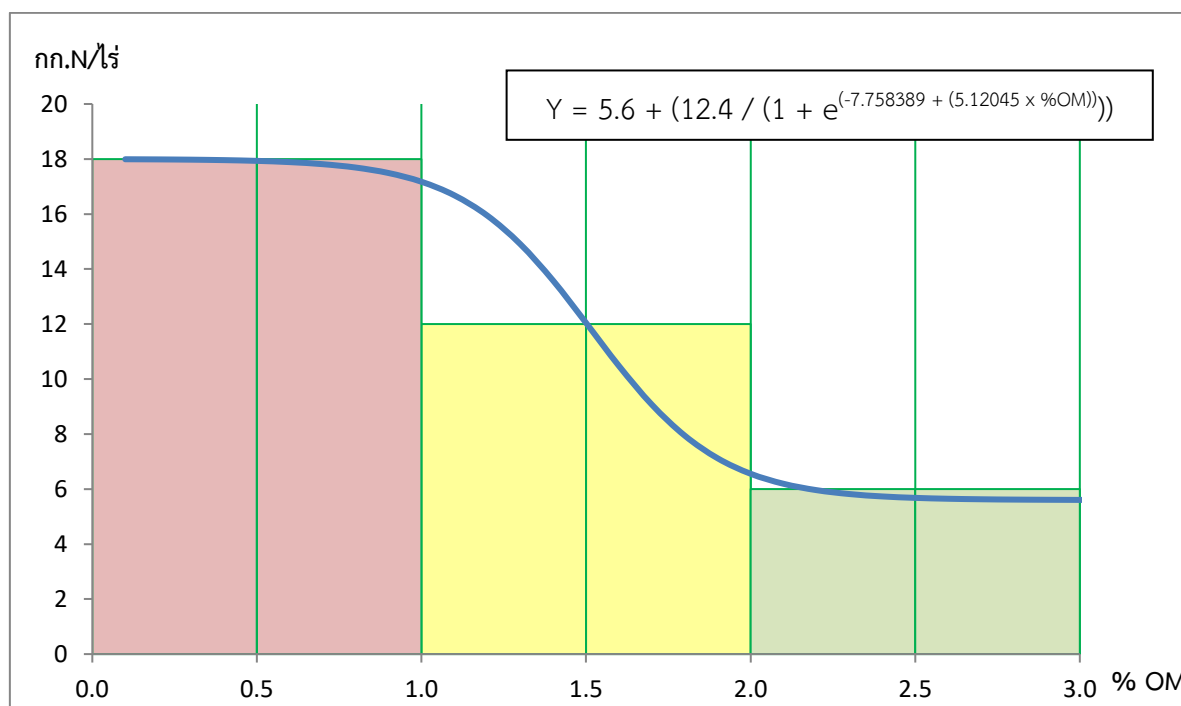
ในการศึกษาวิจัยนั้น ได้จัดทำผลทดลองร่วมกับเกษตรกร โดยแยกกระบวนการที่แตกต่างกันระหว่างอำเภอสนป่าตอง กับอำเภอกระสัง เนื่องจากที่อำเภอสนป่าตองเกษตรกรสามารถปลูกปอเทืองได้ ขณะที่อำเภอกระสังไม่สามารถปลูกปอเทืองได้เพราะขาดน้ำ ทำให้เป็นเงื่อนไขในการกำหนดการทดสอบของอำเภอสนป่าตองให้มี 4 ดำรับการทดสอบ (ดำรับของเกษตรกร ไม่มีการเก็บข้อมูล แต่เกษตรกรเปรียบเทียบกับวิธีการของตนเอง) คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 0.5 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ร่วมกับการปลูกปอเทือง (T1) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 1.0 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ร่วมกับการปลูกปอเทือง (T2) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 0.5 เท่าของคำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตรร่วมกับการปลูกปอเทือง (T3) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 1.0 เท่าของคำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตรร่วมกับการปลูกปอเทือง (T4) ทั้งนี้เพราะมีสมมติฐานว่า เมื่อข้าวได้รับไนโตรเจนจากการตรึงของไรโซเบียมในปอเทืองแล้ว จะทำให้ความต้องการไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีลดลง ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมใส่ในอัตราตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงหรือของกรมวิชาการเกษตรแล้วแต่กรณี ในบางกรณีที่มีผลทดลองไม่เพียงพอจะมีการตัดทอนการทดสอบบางดำรับลง กรณีของอำเภอกระสัง กำหนดมี 3 ดำรับการทดสอบ คือ ใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (T1) ใช้ปุ๋ยในอัตราสูงสุดของคำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตรกรณีข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง (อัตรา 9-6-6 กก. N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O /ไร่) (T2) และดำรับการทดสอบของเกษตรกร (T3, T4) การเก็บข้อมูลใช้การสุ่มตัดเก็บผลผลิตในพื้นที่ขนาด 1x1 ตารางเมตร จำนวนอย่างน้อย 3 ซ้ำ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ

สำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวของกรมวิชาการเกษตร แสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้มีการดัดแปลงให้เป็นรูปสมการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ดินในเชิงปริมาณ ที่ค่าวิเคราะห์ดินมีความละเอียดในเชิงตัวเลข และคำแนะนำที่ได้จะมีการลดทอนหรือเพิ่มขึ้นจากคำแนะนำในเชิงคุณภาพที่มีอยู่เดิม โดยสามารถเทียบอัตราให้คำแนะนำได้ตามกราฟ ในภาพที่ 6 ทั้งนี้สมการที่แสดงในภาพ ได้มาจากการถอดสมการในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 และการทดลองนี้มีผลในการพิสูจน์ว่า สมการนี้ มีความถูกต้อง และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือควรมีการปรับปรุงอย่างไร สำหรับการสร้างสมการนี้ เป็นการนำข้อมูลจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างสมการโลจิสติกส์ จากนั้นใช้โปรแกรม excel ในการปรับแต่งเส้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำเดิมมากที่สุด

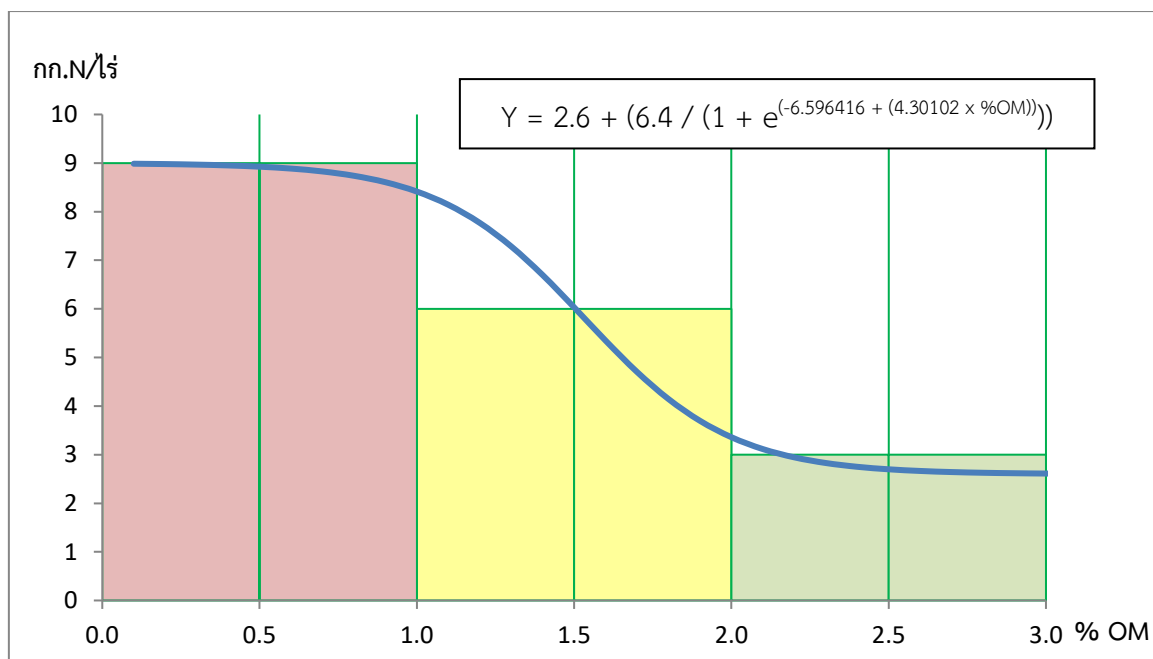
ตารางที่ 3 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร

| ค่าวิเคราะห์ดิน                         | อัตราการใช้ปุ๋ย                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                         | ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง                     | ข้าวไวต่อช่วงแสง                        |
| <b>ปริมาณอินทรีย์วัตถุ</b>              |                                         |                                         |
| ต่ำกว่าร้อยละ 1                         | 18 กก.N/ไร่                             | 9 กก.N/ไร่                              |
| ร้อยละ 1 – 2                            | 12 กก.N/ไร่                             | 6 กก.N/ไร่                              |
| มากกว่าร้อยละ 2                         | 6 กก.N/ไร่                              | 3 กก.N/ไร่                              |
| <b>ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์</b>    |                                         |                                         |
| ต่ำกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 6 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ | 6 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| 15 -30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม             | 3 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ | 3 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| มากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 0 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ | 0 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| <b>ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้</b> |                                         |                                         |
| ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 6 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              | 6 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |
| 60 - 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม            | 3 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              | 3 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |
| มากกว่า 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 0 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              | 0 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |

ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 6 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)



ภาพที่ 7 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสงตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับข้าวไวต่อช่วงแสงของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวร่วมกับการปลูกปอเทือง

การทำการทดลองในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทดสอบการใช้ปุ๋ยพืชสด (ปอเทือง) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีแปลงทดลองรวมทั้งสิ้น 7 แปลง โดยมีพันธุ์ข้าวที่ปลูกแตกต่างกัน คือ ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 จำนวน 3 แปลง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จำนวน 3 แปลง และข้าวญี่ปุ่น กวาก 1 จำนวน 1 แปลง บนชุดดินที่แตกต่างกัน 2 ชุดดิน คือ ชุดดินหางดง และชุดดิน สันทราย ซึ่งมีผลการทดสอบในรายละเอียด ดังนี้

#### การทดสอบในชุดดินหางดง

1. แปลงทดลอง ของนางชูศรี หาญวงศ์ อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ ใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดลอง 4 ตำรับ ทุกตำรับปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบปอเทืองระยะ ออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดลองของนางชูศรี หาญวงศ์

| วิธีการ                                                                                                           | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 0.05-1.40-3.40 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 600 <sup>b</sup>               |
| ตำรับที่ 2 0.10-1.40-3.40 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 722 <sup>a</sup>               |
| ตำรับที่ 3 4-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 581 <sup>b</sup>               |
| ตำรับที่ 4 8-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 610 <sup>ab</sup>              |
| F-Test                                                                                                            | *                              |
| CV                                                                                                                | 16.60                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

2. แปลงทดสอบ ของนายจำเนียร ภูชัย อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ ใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดสอบ 4 ตำรับ ทุกตำรับปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบปอเทืองระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงโดยลดไนโตรเจนลง 0.5 เท่า จะมีผลผลิตดีที่สุด

ตารางที่ 5 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายจำเนียร ภูชัย

| วิธีการ                                                                                                           | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 0.95-1.50-3.90 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 389                            |
| ตำรับที่ 2 1.90-1.50-3.90 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 350                            |
| ตำรับที่ 3 4-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 336                            |
| ตำรับที่ 4 8-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 346                            |
| F-Test                                                                                                            | ns                             |
| CV                                                                                                                | 14.59                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

3. แปลงทดสอบของ นายบุญส่ง ดงคำฟู อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ ใช้ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ทำการทดสอบ 3 ตำรับ ทุกตำรับปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบปอเทืองระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรจะมีผลผลิตดีที่สุด

ตารางที่ 6 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายบุญส่ง ดงคำฟู

| วิธีการ                                                                                                           | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 2 0.18-3.43-2.83 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 990 <sup>a</sup>               |
| ตำรับที่ 3 4-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 1,009 <sup>a</sup>             |
| ตำรับที่ 4 8-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 1,033 <sup>a</sup>             |
| F-Test                                                                                                            | ns                             |
| CV                                                                                                                | 4.8                            |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

4. แปลงทดสอบ ของนายสมพล จินาราชภูร์ อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ ใช้ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ทำการทดสอบ 4 ตำรับ ทุกตำรับปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบปอเทืองระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 7 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายสมพล จินาราชภูร์

| วิธีการ                                                                                                           | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 0.09-3.43-2.83 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 966 <sup>b</sup>               |
| ตำรับที่ 2 0.18-3.43-2.83 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 1,232 <sup>a</sup>             |
| ตำรับที่ 3 4-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 1,096 <sup>ab</sup>            |
| ตำรับที่ 4 8-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 1,072 <sup>ab</sup>            |
| F-Test                                                                                                            | *                              |
| CV                                                                                                                | 20.05                          |

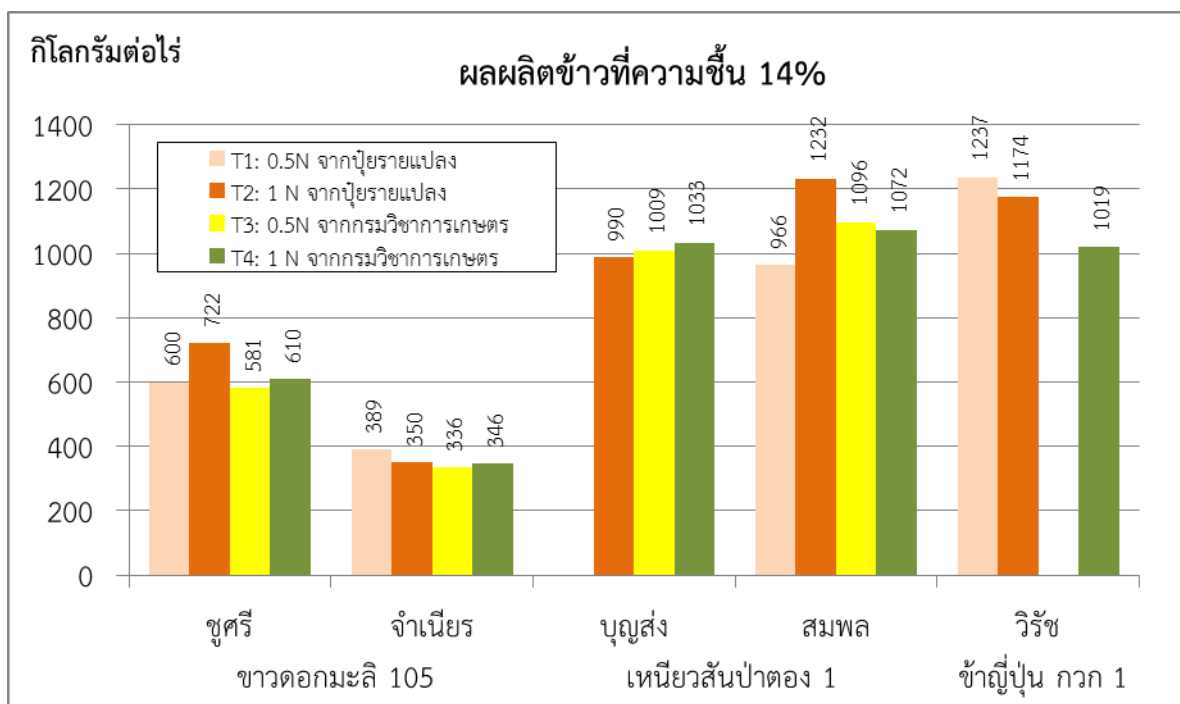
หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

5. แปลงทดสอบ ของนายวิรัช โปธิ อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ ใช้ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ กวก.1 ทำการทดสอบ 3 ตำรับ ทุกตำรับปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบปอเทืองระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงโดยลดไนโตรเจนลง 0.5 เท่า จะมีผลผลิตดีที่สุด

ตารางที่ 8 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายวิรัช โปธิ

| วิธีการ                                                                                                           | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 0.05-3.10-2.40 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 1,237 <sup>a</sup>             |
| ตำรับที่ 2 0.10-3.10-2.40 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 1,174 <sup>a</sup>             |
| ตำรับที่ 4 8-4-0 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง          | 1,019 <sup>a</sup>             |
| F-Test                                                                                                            | ns                             |
| CV                                                                                                                | 4.8                            |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 8 ผลผลิตข้าวจากแปลงทดสอบของเกษตรกรบนชุดดินทางดง (ความชื้นร้อยละ 14)

#### การทดสอบในชุดดินสันทราย

6. แปลงทดสอบ ของนายวิรัตน์ สิทธิเจริญ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ ใช้ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ทำการทดสอบ 3 ตำรับ ทุกตำรับปลูกพอเพียงเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบพอเพียงระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรจะมีผลผลิตดีที่สุด

ตารางที่ 9 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนางวิรัตน์ สิทธิเจริญ

| วิธีการ                                                                                                                          | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 0.18-3.43-2.83 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกพอเพียง +ฉีดพ่นฮอร์โมน | 637 <sup>a</sup>               |
| ตำรับที่ 2 0.18-3.43-2.83 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกพอเพียง                | 587 <sup>a</sup>               |
| ตำรับที่ 4 8-4-4 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกพอเพียง                         | 643 <sup>a</sup>               |
| F-Test                                                                                                                           | ns                             |
| CV                                                                                                                               | 9.59                           |

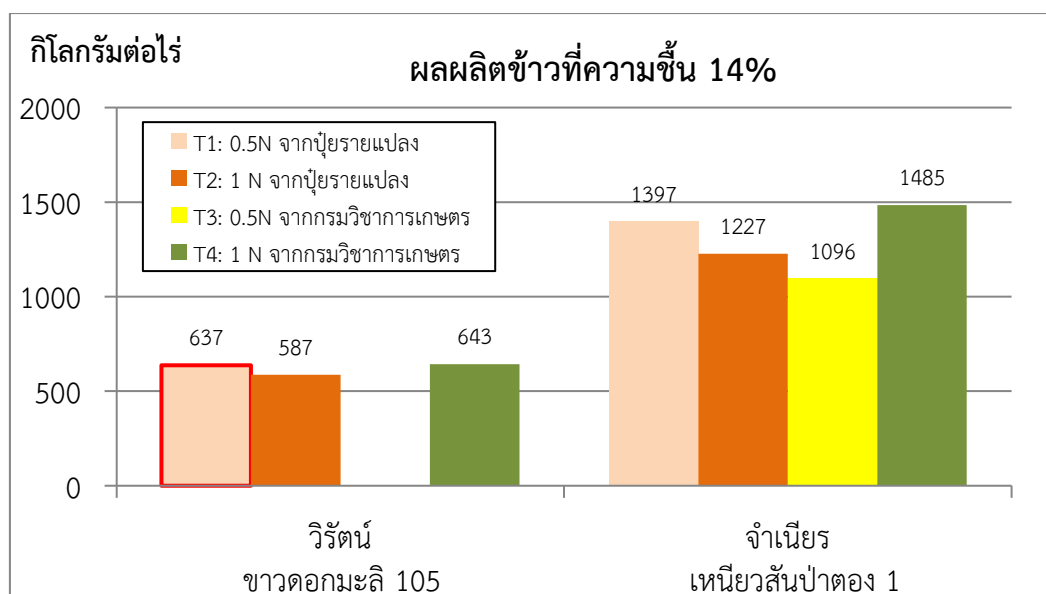
หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

7. แปลงทดสอบ ของนายจำลอง รัตนสุวรรณ อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ ใช้ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ทำการทดสอบ 4 ตำรับ ทุกตำรับปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบปอเทืองระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 10 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายจำลอง รัตนสุวรรณ

| วิธีการ                                                                                                      | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 2.2-1.4-4 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 1,397 <sup>ab</sup>            |
| ตำรับที่ 2 4.4-1.4-4 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง | 1,227 <sup>ab</sup>            |
| ตำรับที่ 3 4-4-2 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง     | 1,096 <sup>b</sup>             |
| ตำรับที่ 4 8-4-2 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ ร่วมกับการปลูกปอเทือง     | 1,485 <sup>a</sup>             |
| F-Test                                                                                                       | *                              |
| CV                                                                                                           | 27.44                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 9 ผลผลิตข้าวจากแปลงทดสอบของเกษตรกรบนชุดดินสันทราย (ความชื้นร้อยละ 14)

(ตำรับที่ 1 ของนายวิรัตน์ เกษตรกรขอใช้การฉีดพ่นฮอร์โมน (ไม่ระบุชนิด) แทนการลดปุ๋ยไนโตรเจนลงครึ่งหนึ่ง)

ผลการทำแปลงทดสอบทั้ง 7 แปลง แม้ว่าจะมีผลวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่ไปในทิศทางเดียวกันในดินชนิดเดียวกันและในพันธุ์ข้าวเดียวกัน แต่ก็เป็นผลการทดสอบที่เป็นที่พึงพอใจของเกษตรกร เมื่อมีการนำผลการวิเคราะห์การประเมินต้นทุน (พิจารณาเฉพาะค่าปุ๋ย) และรายได้ที่แตกต่างกัน (จากผลผลิตที่แตกต่างกัน) ไปนำเสนอเกษตรกร และเกษตรกรได้เปรียบเทียบกับวิธีการใช้ปุ๋ยเดิมของตนแล้ว พบว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (แบบใดก็ตาม) ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่า เกษตรกรจึงให้การยอมรับและนำเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้ปอเทืองเป็นพืชปุ๋ยสดไปใช้หลังสิ้นสุดโครงการ

### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว (ไม่มีปอเทือง)

การทำการทดลองในอำเภอกะสัง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อทดสอบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีแปลงทดสอบรวมทั้งสิ้น 5 แปลง ทุกแปลงปลูกข้าวพันธุ์เดียวกัน คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 บนชุดดินที่แตกต่างกัน 3 ชุดดิน คือ ชุดดินขำนิ ชุดดินพล และชุดดินโนนแดง ซึ่งมีผลการทดสอบในรายละเอียด ดังนี้

#### การทดสอบในชุดดินขำนิ

1. แปลงทดสอบ ของนายขาว โกยรัมย์ อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ ทำการทดสอบ 4 ตำรับ บนดินร่วนปนทรายแปง (ชุดดินขำนิ) ซึ่งเป็นดินที่พบในพื้นที่นาดอน เกษตรกรมีการตัดแปลงพื้นที่เพื่อให้สามารถทำนาได้ พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร จะให้ผลผลิตข้าวดีที่สุด

ตารางที่ 11 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายขาว โกยรัมย์

| วิธีการ                                                                                   | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 10-1.64-4.12 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ | 489                            |
| ตำรับที่ 2 9-6-6 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่        | 644                            |
| ตำรับที่ 3 16-16-8 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่      | 436                            |
| ตำรับที่ 4 15-15-15 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่     | 420                            |
| F-Test                                                                                    | ns                             |
| CV                                                                                        | 31.95                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

#### การทดสอบในชุดดินพล

2. แปลงทดสอบ ของนางหุน หมายถูก อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ ทำการทดสอบ 3 ตำรับ บนดินร่วนปนทราย (ชุดดินพล) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 12 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนางหุน หมายถูก

| วิธีการ                                                                                   | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ตำรับที่ 1 10-1.41-4.98 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ | 602 <sup>a</sup>               |
| ตำรับที่ 2 9-6-6 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่        | 240 <sup>b</sup>               |
| ตำรับที่ 3 30-30-30 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่     | 460 <sup>ab</sup>              |
| F-Test                                                                                    | *                              |
| CV                                                                                        | 41.08                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

3. แปลงทดสอบ ของนายเทิดศักดิ์ เข้มติ อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ ทำการทดสอบ 4 ดำรับ บนดินร่วนปนทราย (ชุดดินพล) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าดำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ยอัตรา 30-30-50 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ทุกฤดูกาลเพาะปลูกข้าวนาปี มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวดีที่สุด

**ตารางที่ 13** แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายเทิดศักดิ์ เข้มติ

| วิธีการ                                                                                          | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <u>ดำรับที่ 1</u> 10-2.08-3.18 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ | 437                            |
| <u>ดำรับที่ 2</u> 9-6-6 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่        | 410                            |
| <u>ดำรับที่ 3</u> 30-30-50 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่     | 480                            |
| <u>ดำรับที่ 4</u> 15-15-25 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่     | 442                            |
| F-Test                                                                                           | *                              |
| CV                                                                                               | 21.73                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

#### การทดสอบในชุดดินโนนแดง

4. แปลงทดสอบ ของนายสำราญ กรณรัมย์ อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ ทำการทดสอบ 3 ดำรับ บนดินทรายปนดินร่วน (ชุดดินโนนแดง) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 14** แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนายสำราญ กรณรัมย์

| วิธีการ                                                                                          | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <u>ดำรับที่ 1</u> 10-1.98-3.14 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ | 273 <sup>b</sup>               |
| <u>ดำรับที่ 2</u> 9-6-6 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่        | 487 <sup>a</sup>               |
| <u>ดำรับที่ 3</u> 12-12-5.6 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่    | 232 <sup>b</sup>               |
| F-Test                                                                                           | *                              |
| CV                                                                                               | 67.20                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

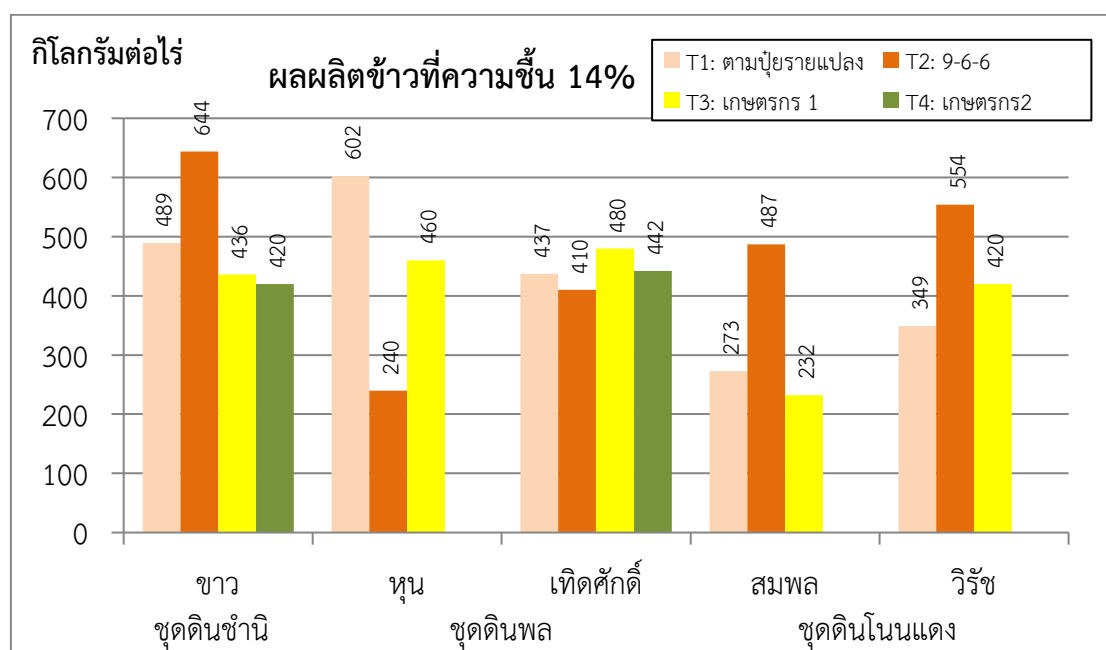
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

5. แปลงทดสอบ ของนางมณี หงษ์ทอง อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ ทำการทดสอบ 3 ดำรับ บนดินร่วนปนทราย (ชุดดินโนนแดง) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยอัตราสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวดีที่สุด

ตารางที่ 15 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในแปลงทดสอบของนางมณี หงษ์ทอง

| วิธีการ                                                                                      | ผลผลิตข้าว<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ดำรับที่ 1 10.17-2.08-3.18 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่ | 349                            |
| ดำรับที่ 2 9-6-6 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่           | 554                            |
| ดำรับที่ 3 30-30-30 กิโลกรัม N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O ต่อไร่        | 420                            |
| F-Test                                                                                       | ns                             |
| CV                                                                                           | 59.55                          |

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ \* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90%  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 10 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงทดสอบของเกษตรกร (ความชื้นร้อยละ 14)

ผลการทำแปลงทดสอบทั้ง 5 แปลง แม้ว่าจะมีผลวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่ไปในทิศทางเดียวกันในดินชนิดเดียวกันและในพันธุ์ข้าวเดียวกัน แต่ก็เป็นการทดสอบที่เป็นที่พึงพอใจของเกษตรกร เมื่อมีการนำผลการวิเคราะห์การประเมินต้นทุน (พิจารณาเฉพาะค่าปุ๋ย) และรายได้ที่แตกต่างกัน (จากผลผลิตที่แตกต่างกัน) ไปนำเสนอเกษตรกร และเกษตรกรได้เปรียบเทียบกับวิธีการใช้ปุ๋ยเดิมของตนแล้ว พบว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (แบบใดก็ตาม) ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่า แม้ในบางแปลงทดสอบพบว่าวิธีการของเกษตรกรให้ผลผลิตสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาที่ต้นทุนการใช้ปุ๋ยแล้ว การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนสูงกว่าเกษตรกรจึงให้การยอมรับและนำเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไปใช้แม้สิ้นสุดโครงการแล้ว

นอกจากผลการทดลองของโครงการย่อยนี้แล้ว ยังมีผู้นำคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงไปใช้ในการทดสอบทดลองเช่นกัน นุชจรี (2558) ได้ทดลองปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้คำแนะนำการใส่ปุ๋ย 5 วิธี เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย พบว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยทุกตำรับมีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลผลิตแตกต่างจากตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ตำรับที่ใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำรายแปลงจะมีการใช้ปุ๋ยน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับนันทนา (2553) ได้ทดลองปลูกข้าวพันธุ์ กข. 31 ตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ย 4 วิธี เทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย พบว่า คำแนะนำการใส่ปุ๋ยแบบต่างๆ ไม่สร้างความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตข้าว แต่แตกต่างจากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย และเมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแล้ว พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมการข้าวให้ผลตอบแทนสูงสุด

ขณะที่สายชล (2558) ได้ทดลองปลูกข้าวพันธุ์ กข.41 ตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตต่ำกว่าวิธีการของเกษตรกร ร้อยละ 7.4 แต่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำกว่าวิธีเกษตรกร 6 เท่า ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่าปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินที่ผู้วิจัยใช้ ใช้ไนโตรเจนเพียง 1.8 กก./ไร่ ซึ่งต่ำมากจนผิดปกติและไม่น่าจะได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง หรืออาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนจากใช้โปรแกรม เนื่องจากข้าว กข.41 เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงที่โดยปกติแล้วโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจะให้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับข้าวไวต่อช่วงแสง ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมักให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรได้ เนื่องจากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไม่ได้มุ่งหวังผลผลิตสูงสุด แต่มุ่งหวังผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด ซึ่งผลการทดลองของสายชลสอดคล้องกับทิพย์วรรณ (2559) ซึ่งใช้ข้าวพันธุ์ กข.41 เช่นกัน โดยเปรียบเทียบการใช้คำแนะนำการใส่ปุ๋ย 4 แบบ เทียบกับวิธีการของเกษตรกร และพบว่า การใช้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรให้ผลผลิตสูงกว่าคำแนะนำอื่นๆ โดยให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างน้อยร้อยละ 23 ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าปุ๋ยที่ใส่ให้กับข้าว นั้นไม่มีฟอสฟอรัส เนื่องจากผลวิเคราะห์ดินมีฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูง ทั้งนี้ ผลการศึกษาที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยทดสอบทดลองอย่างต่อเนื่อง แม้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจะส่งผลสอดคล้องในทำนองเดียวกัน หากแต่จำเป็นต้องมีการปรับคำแนะนำให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีพันธุ์ข้าวใหม่ๆ เกิดขึ้น

### 3.2.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าวโพด

ข้าวโพด เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของไทย แม้จะไม่ได้มีความสำคัญในแง่ของการส่งออก แต่เป็นวัตถุดิบพื้นฐานในการผลิตอาหารสัตว์ เช่นเดียวกับพืชไร่อื่นๆ การลดต้นทุนและการเพิ่มผลผลิตเป็นเป้าหมายเบื้องต้นของการผลิตข้าวโพด จากการศึกษาการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่สำหรับข้าวโพด หรือ ปุ๋ยสั่งตัด ได้มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดไว้แล้ว แต่ยังไม่ครอบคลุมในทุกพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพด โดยเฉพาะพื้นที่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงข้าวโพดหวานด้วย การดำเนินการวิจัยภายใต้แผนจึงมุ่งเน้นที่การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี หรือการใช้ปุ๋ยสั่งตัดผ่านโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ขึ้นอยู่กับที่ตั้งของแปลงวิจัยอยู่ในขอบเขตที่ใช้คำแนะนำจากปุ๋ยสั่งตัดได้หรือไม่ ซึ่งหากพื้นที่นั้นไม่สามารถใช้คำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดผ่านโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้ โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจะแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตรที่ได้รับการดัดแปลงในรูปสมการทันที ขณะเดียวกันก็เป็นการเปรียบเทียบผลของการใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงระหว่างดินที่มีสมบัติที่แตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตาม ภายใต้ระยะเวลา งบประมาณ และกำลังบุคลากรที่จำกัด การศึกษาจึงเน้นเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น เพราะเป็นธาตุอาหารที่อ่อนไหวมากในการจัดการสำหรับข้าวโพด สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้อัตราคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเท่ากันทั้งแปลงทดลอง แต่แตกต่างกันไปในแต่ละแปลงทดลองตามค่าวิเคราะห์ดิน

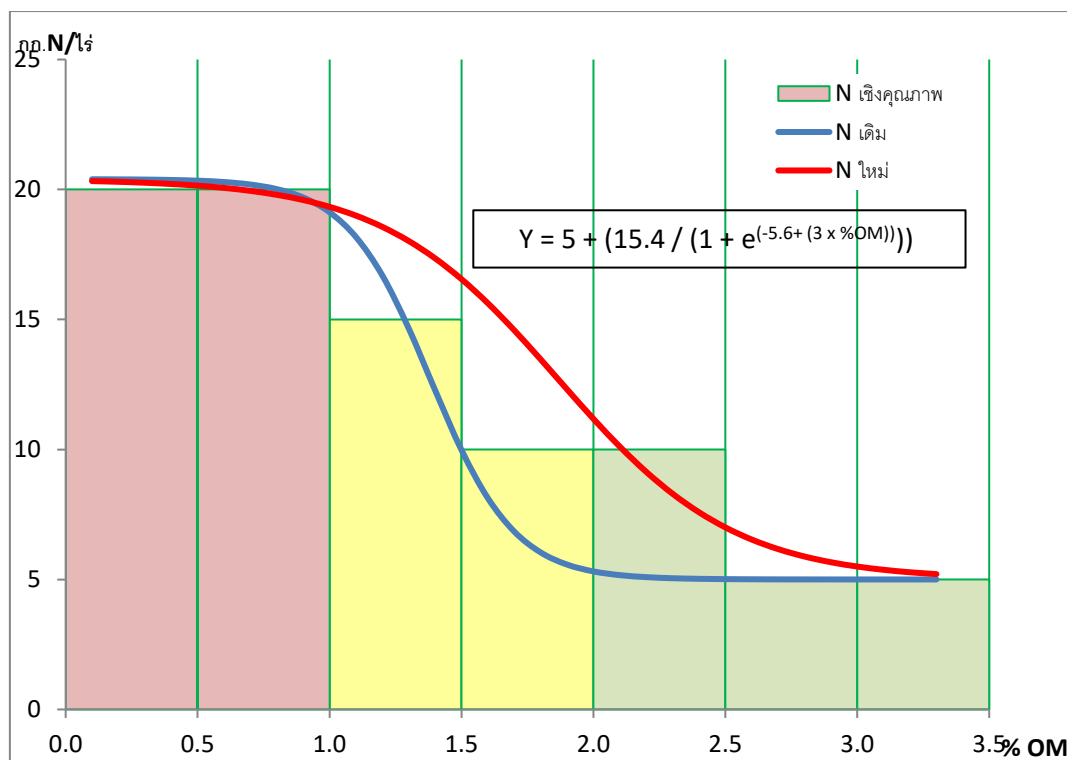
#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (สุวิมล พุทธรธยาวงศ์) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ตั้งแปลง ผลการทำแปลงทดลอง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทำแปลงทดลองที่หลากหลายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. การกำหนดให้ปุ๋ยอินทรีย์ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชอยู่ที่ร้อยละ 60 ของปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ ตามที่ได้กำหนดไว้เป็นค่าปกติภายในโปรแกรมนั้น เหมาะสมอยู่แล้ว โดยเฉพาะกรณีของปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถกำหนดเป็นค่าอื่นๆ ได้ตามเห็นสมควร

2. ในบางกรณี ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่มีสูงนั้น อาจไม่สะท้อนถึงปริมาณไนโตรเจนที่มีในดิน ดังที่มีการกำหนดไว้ที่ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 5 ของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งส่งผลให้การใช้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในการประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ควรให้กับพืช อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังเช่น ในกรณีของการทดลองที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงถึงร้อยละ 3 แต่ผลการทดลองยังมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

3. ผลสืบเนื่องจากข้อ 2 แสดงออกถึงความแตกต่างอย่างมากในดินร่วนปนทรายบนที่ดอน ซึ่งสมควรที่จะมีการปรับปรุงตัวแปรในสมการ เพื่อให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในดินร่วนปนทรายบนที่ดอนมีค่าสูงขึ้น แม้จะมีผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับสูงแล้วก็ตาม ซึ่งอาจใช้ตัวแปรตามสมการ  $N = 5 + (15.4/1 + e^{(-5.6+(3 \times \%OM))})$  เป็นต้นแบบ (ภาพที่ 11) และจัดให้มีการทดสอบทดลองเพื่อยืนยันผลตามสมการต่อไป



ภาพที่ 11 แสดงกราฟและสมการตัวอย่าง (สีแดง) ที่ควรปรับในสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ บนดินร่วนปนทรายในพื้นที่ดอน

4. การศึกษาการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดบนดินต้นในพื้นที่ลาดชัน ยังมีจำนวนแปลงทดลองน้อยเกินไป และไม่ได้ทำซ้ำในพื้นที่เดิม จึงไม่อาจสรุปผลได้ เพราะผลที่ได้จากแปลงทดลองทั้งสองไม่สอดคล้องกัน แสดงถึงการมีปัจจัยเสริมบางประการที่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน สมควรได้รับการศึกษาวิจัยในโอกาสต่อไป

5. การศึกษาการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดหวาน ให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่สอดคล้องกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง คือ ผลผลิตมีแนวโน้มสูงสุดเมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำหรือที่ 0.75 เท่าของคำแนะนำ ขณะที่การปรับลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนลงสู่ที่ 0 และ 0.5 เท่าของคำแนะนำ มีแนวโน้มให้ผลผลิตต่ำลงตามลำดับ เช่นเดียวกับการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ 1.25 เท่าของคำแนะนำก็มีแนวโน้มไม่ส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นไปอีกแต่อย่างใด ดังนั้น คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง จึงมีความเป็นไปได้ในการปรับใช้กับข้าวโพดหวานได้ แต่ทั้งนี้หากการผสมปุ๋ยแล้วส่งผลให้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป อาจสมเหตุสมผลกว่าหากปรับสูตรให้ปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนลดลงต่ำกว่าระดับแนะนำปกติได้ แต่ต้องไม่ต่ำ 0.75 เท่าของคำแนะนำปกติ ซึ่งการกำหนดเงื่อนไขและฟังก์ชันลักษณะนี้ ผู้พัฒนาโปรแกรมอาจต้องทำเป็นระบบทางเลือกพิเศษให้ผู้ใช้ตัดสินใจโดยมีคำแนะนำปรากฏขึ้นเพื่อประกอบการตัดสินใจ โดยอาศัยข้อมูลการผลการวิจัยในครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองมีความชัดเจนในดินร่วนปนทรายแฉะ แต่ในดินลักษณะอื่นๆ ยังไม่มีข้อมูลมากเพียงพอที่จะกำหนดเป็นหลักการมาตรฐานได้

6. ในการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี แสดงผลการทดลองไม่ชัดเจน เนื่องจากแปลงทดลองเป็นแปลงทดลองที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง และมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะท้อนถึงปริมาณไนโตรเจนในดินโดยตรงไปตรงมา ทำให้ผลการทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกันไม่มีผลแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งหากปริมาณอินทรีย์วัตถุสะท้อนถึงปริมาณไนโตรเจนในดินโดยตรงไปตรงมา

เป็นลักษณะที่ปรากฏในดินร่วนปนทรายในพื้นที่กึ่งลุ่มกึ่งดอน ซึ่งมีน้ำใต้ดินตื้นทำให้การชะล้างไนโตรเจนมีน้อยกว่าในพื้นที่ดอน สมการที่สร้างเป็นตัวอย่างเพื่อตอบผลกรณีตามข้อ 3 อาจต้องเลือกใช้เฉพาะในพื้นที่ดอนเท่านั้น ไม่อาจใช้ในพื้นที่กึ่งลุ่มกึ่งดอน หรือในการปลูกข้าวโพดหลังนาได้ ทั้งนี้การศึกษาการปลูกข้าวโพดหลังนา หรือปลูกในพื้นที่กึ่งลุ่มกึ่งดอน จำเป็นต้องได้รับศึกษาเพิ่มเติมหากต้องการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และควรเลือกแปลงทดลองที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำหรือค่อนข้างต่ำอย่างแท้จริง เป็นคู่เปรียบเทียบกับแปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง และสูงด้วย

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

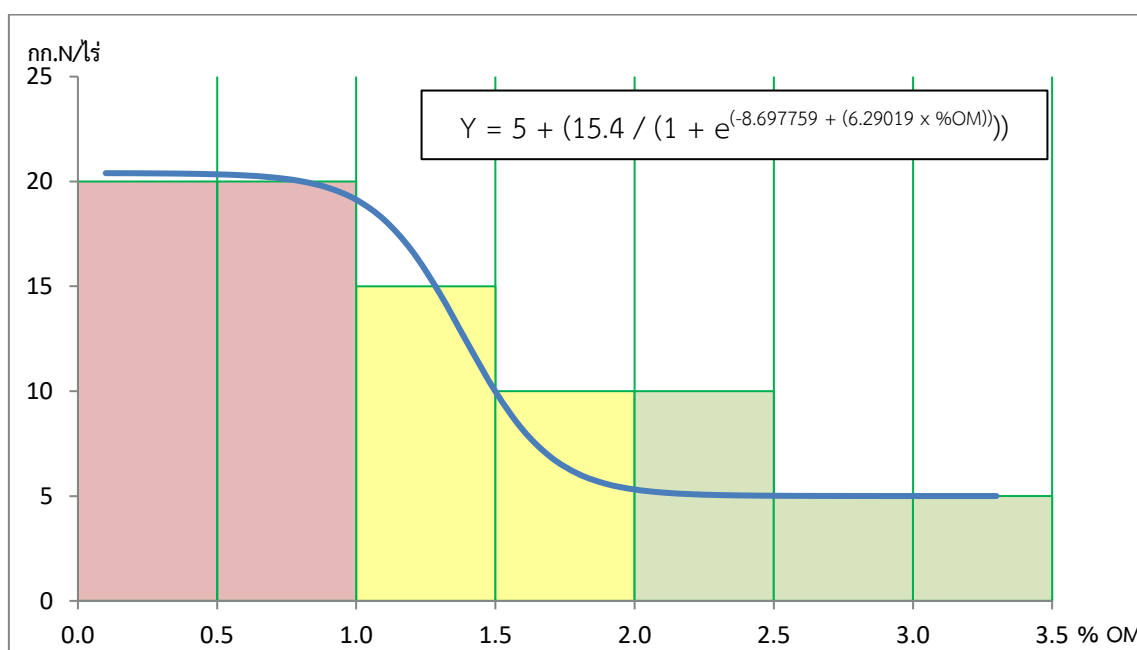
การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพด โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ ดำเนินงาน 3 ปีการทดลอง (ปี พ.ศ. 2556 – 2558) จำนวนทั้งสิ้น 9 สถานี ดำเนินการ กระจายไปตามเนื้อดินต่างๆ โดยใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานเป็นพืชทดลอง ทั้งนี้ มีการวางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ มี Main plot 2 ระดับ ได้แก่ การไม่ใช้ปุ๋ยหมัก และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ในปีแรก และอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในปี 2 และ 3 มี Sub plot 4 ระดับ ได้แก่ 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 ของระดับไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงเป็นหลัก สำหรับบางแปลงทดลองที่พบว่ามีความวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมากจนคำแนะนำตามโปรแกรมไม่แนะนำให้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแล้ว ได้วางแผนการทดลองอีกแบบ คือ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ มี 6 วิธีการ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 ของไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง และการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ในปีแรก และอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในปี 2 และ 3 โดยมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเท่ากันในทุกตำรับ ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีนั้น คณะวิจัยใช้ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการทดลอง ซึ่งจากค่ามาตรฐานปุ๋ยหมักมีไนโตรเจน 1 เปอร์เซ็นต์ในน้ำหนักแห้ง และมีความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประเมินปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ และ 1 ตันต่อไร่ จะเท่ากับ 13 และ 6.5 กก.N/ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้หากประเมินการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยหมักและเป็นประโยชน์กับพืชที่ร้อยละ 60 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ และ 1 ตันต่อไร่ จะได้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยให้พืชใช้เท่ากับ 7.8 และ 3.9 กก.N/ไร่ ตามลำดับ

สำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดของกรมวิชาการเกษตร แสดงไว้ในตารางที่ 16 ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้มีการดัดแปลงให้เป็นรูปสมการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ดินในเชิงปริมาณ ที่ค่าวิเคราะห์ดินมีความละเอียดในเชิงตัวเลข และคำแนะนำที่ได้จะมีการลดทอนหรือเพิ่มขึ้นจากคำแนะนำในเชิงคุณภาพที่มีอยู่เดิม โดยสามารถเทียบอัตราให้คำแนะนำได้ตามกราฟ ในภาพที่ 12 ทั้งนี้ สมการที่แสดงในภาพ ได้มาจากการถดถอยสมการในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 และการทดลองนี้มีผลในการพิสูจน์ว่า สมการนี้ มีความถูกต้อง และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือควรมีการปรับปรุงอย่างไร สำหรับการสร้างสมการนี้ เป็นการใช้อ้างอิงจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างสมการโลจิสติกส์ จากนั้นใช้โปรแกรม excel ในการปรับแต่งเส้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำเดิมมากที่สุด

ตารางที่ 16 คำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด จากเอกสารคำแนะนำการใส่ปุ๋ยของ  
พืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร

| ค่าวิเคราะห์ดิน                         | อัตราการใช้ปุ๋ย                               |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>ปริมาณอินทรีย์วัตถุ</b>              |                                               |
| ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์                   | 20 กก. N/ไร่                                  |
| 1 – 2 เปอร์เซ็นต์                       | 10 – 15 กก. N/ไร่                             |
| มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์                   | 5 – 10 กก. N/ไร่                              |
| <b>ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์</b>    |                                               |
| ต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 10 กก. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่     |
| 10 -15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม             | 5 – 10 กก. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 0 – 5 กก. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่  |
| <b>ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้</b> |                                               |
| ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 10 กก. K <sub>2</sub> O /ไร่                  |
| 60 - 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม           | 5 – 10 กก. K <sub>2</sub> O /ไร่              |
| มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม        | 0 – 5 กก. K <sub>2</sub> O /ไร่               |

ที่มา : คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 กรมวิชาการเกษตร

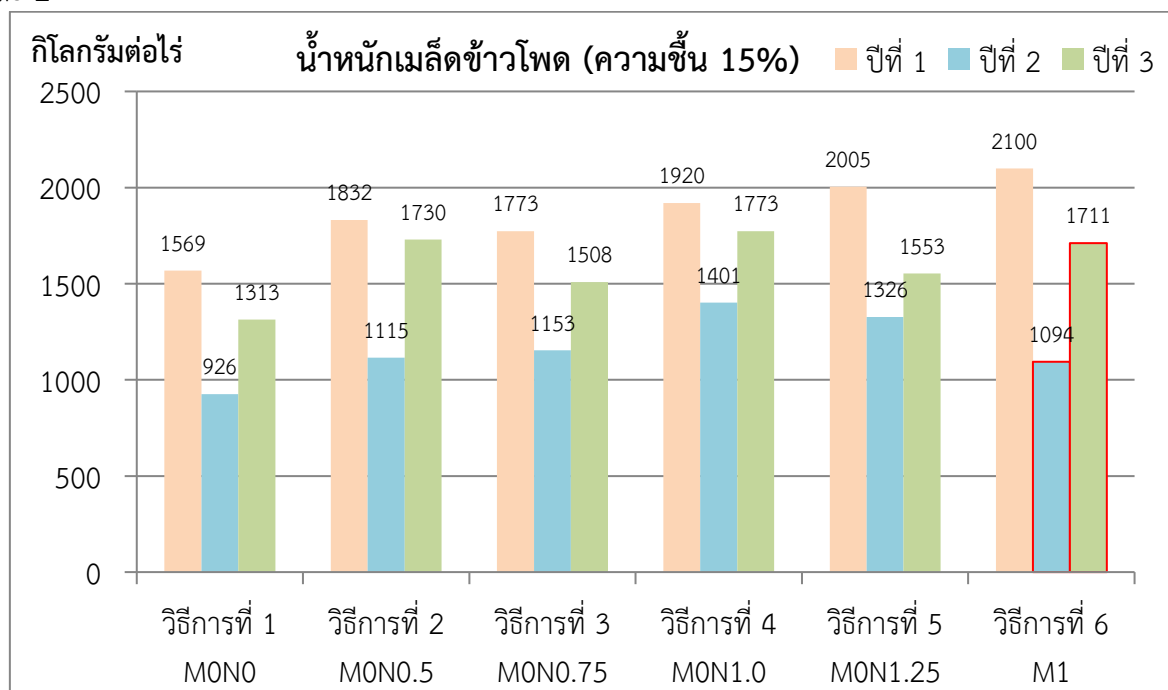


ภาพที่ 12 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)

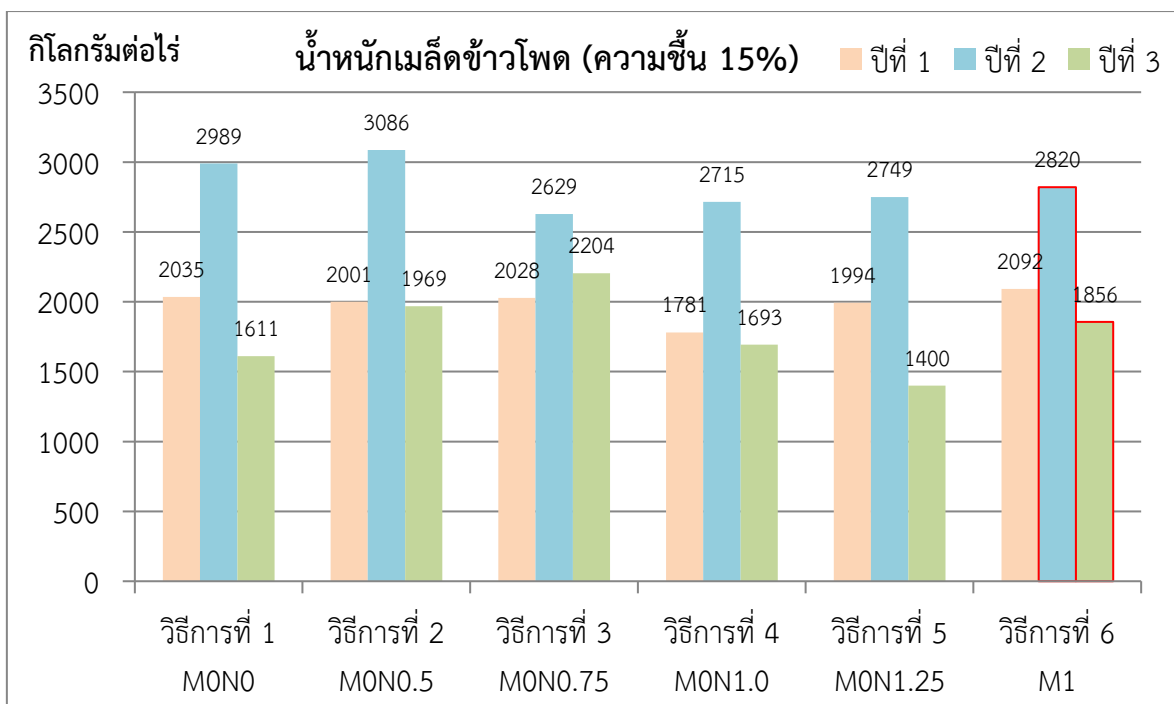
### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการทดลองในปีที่ 1 ที่ดำเนินการในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง 3 บริเวณ ทั้งในดินร่วนปนทราย (ชุดดินหำฉัตร : Hc) ดินเหนียวดอน (ชุดดินบ้านจ้อย : Bg) และดินเหนียวดอน (ชุดดินวังไผ่ : Wi) ซึ่งมีผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็นร้อยละ 2.93 3.90 และ 3.36 ตามลำดับ ซึ่งคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรจะแนะนำให้ใส่ไนโตรเจน 5-10 กก./ไร่ ซึ่งหากนำค่าวิเคราะห์ไปใส่ในสมการของปุ๋ยรายแปลง จะได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 5 กก./ไร่ ทั้งสามแปลง คณะวิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นควรทดลองใส่ลำดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 0, 0.25N, 0.5N, 1.0N, 1.25N ในดำรับที่ 1-5 (เช่น 0, 2.5, 3.75, 5.0 และ 6.25 กก./ไร่ กรณีแปลงดินร่วนปนทราย) และเปรียบเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ซึ่งเทียบได้เท่ากับปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยให้กับพืช 7.8 กก./ไร่ ซึ่งพบว่า ผลผลิตภายในแปลงทดลองเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่า ผลผลิตจะสูงขึ้นเมื่อข้าวโพดได้รับไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นในดินร่วนปนทราย ขณะที่ดินเหนียวไม่พบแนวโน้มเช่นนั้น

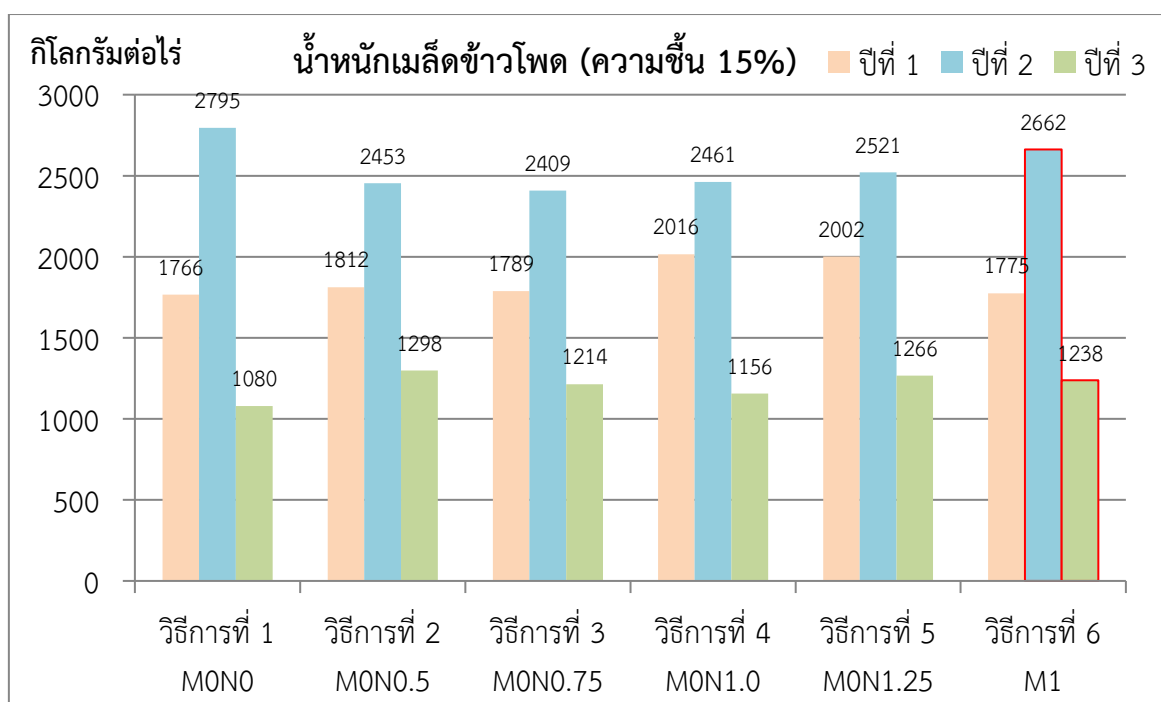
ความแตกต่างของผลการทดลองนี้ อาจเนื่องมาจากปัจจัยของพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งทั้งสามแปลงใช้พันธุ์ข้าวโพดที่แตกต่างกัน ปัจจัยเรื่องการดูแลรักษาและการจัดการน้ำ ซึ่งแม้คณะวิจัยจะได้พยายามควบคุมให้มีการจัดการที่ใกล้เคียงกัน แต่ความแตกต่างในเรื่องพื้นที่ปลูกย่อมมีผลต่อสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันอย่างใดก็ตาม ผลจากแนวโน้มของผลผลิตภายในแปลงดินร่วนปนทราย คาดว่าน่าจะเกิดจากการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างของน้ำในดิน ทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารไปบางส่วนแม้ในดินจะมีอินทรีย์วัตถุสูงแล้วก็ตาม แสดงให้เห็นว่า ในดินร่วนปนทรายควรมีการพิจารณาปรับปรุงคำแนะนำให้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นกว่าเดิม คือ เมื่อผลวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 2 ก็ยังคงให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 10 กก./ไร่ ขณะที่ในดินเหนียวดอนสามารถให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 5 กก./ไร่ ได้ เมื่อมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 2



ภาพที่ 13 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลอง บ้านแม่ณะ ตำบลแม่ณะ อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินหำฉัตร)



ภาพที่ 14 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลอง บ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินเหนียวดอน (ชุดดินบ้านจ้อง)



ภาพที่ 15 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลอง บ้านหนองเขียว ตำบลแม่ภู อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นดินเหนียวดอน (ชุดดินวังไห)

จากการทดลองซ้ำในปีที่ 2 และปีที่ 3 ในแปลงทดลองเดิม ผังการทดลองเดิม แต่ปรับตำรับการทดลองใหม่ตามผลการวิเคราะห์ดินที่เปลี่ยนแปลงไป และลดปริมาณปุ๋ยหมักจาก 2 ตันต่อไร่ เป็น 1 ตันต่อไร่ ซึ่งจะปลดปล่อยไนโตรเจนร้อยละ 60 ที่ 3.9 กก.N/ไร่ (ในกราฟทำเป็นกรอบสีแดงไว้) พบว่า ทั้งสามแปลงทดลองมีผลผลิตที่ผันผวนซึ่งคาดว่าเนื่องจากสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่า การลดปริมาณปุ๋ยหมักจาก 2 ตันเป็น 1 ตัน ส่งผลอย่างมากในแปลงที่เป็นดินร่วนปนทราย คือ แนวโน้มที่ ให้ผลผลิตสูงเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นหายไป และตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งในรูปปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมัก ยังคงให้ผลผลิตต่ำสุดเช่นเดิม ขณะที่ในแปลงดินเหนียวดอนทั้งสองแปลงการลดปริมาณปุ๋ยหมักไม่ส่งผลต่อผลผลิตมากนักเมื่อเทียบกับแนวโน้มการให้ผลผลิตปีที่ 1 ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในแต่ละตำรับ กล่าวคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในทุกๆ แปลงทดลองยังคงอยู่ในระดับสูงเกินกว่าร้อยละ 2 เช่นเดิม

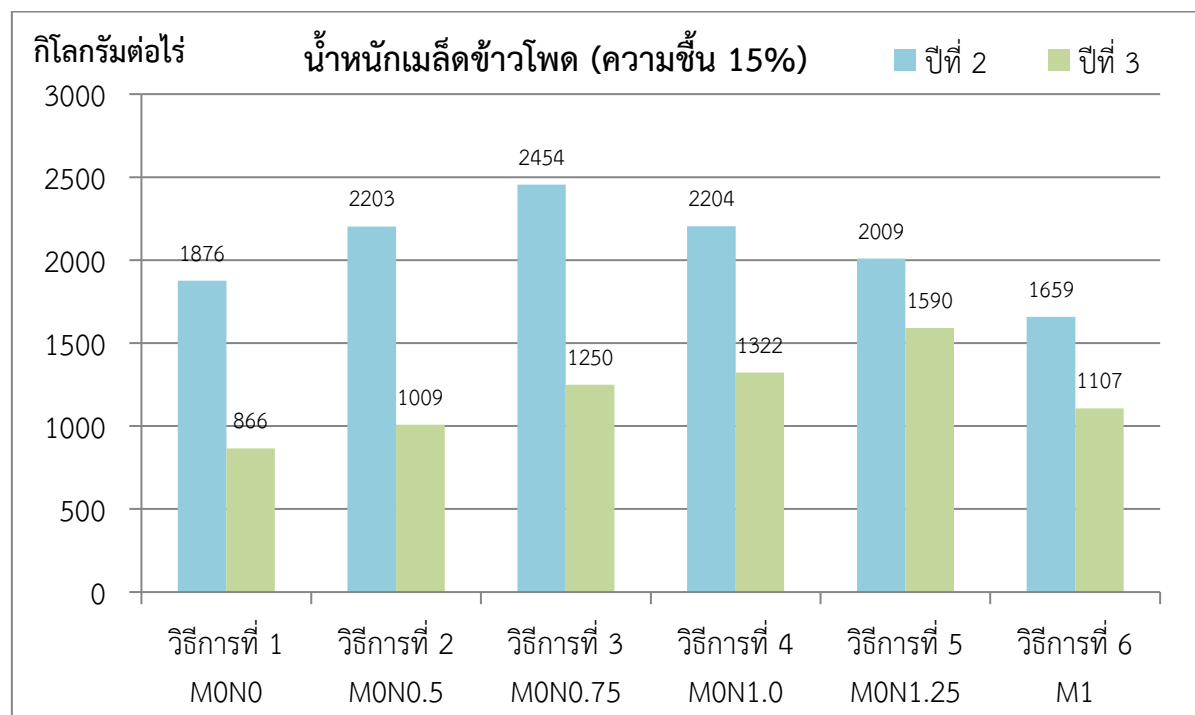
ผลการศึกษาในส่วนนี้ แสดงให้เห็นว่า อินทรีย์วัตถุในดินร่วนปนทราย อาจอยู่ในสภาพที่มีปริมาณไนโตรเจนเป็นสัดส่วนอยู่น้อย จึงปลดปล่อยออกมาไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวโพด เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในรูปปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์จึงมีการตอบสนองได้ชัดเจน ขณะที่ดินเหนียวดอนปริมาณอินทรีย์วัตถุสะท้อนถึงปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพดได้ดี ดังนั้น การปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าวโพด จึงควรพิจารณาให้คำแนะนำปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดเสมอในดินร่วนปนทราย แม้ว่าจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงมากแล้วก็ตาม ทั้งนี้การปรับสมการให้เป็นไปในลักษณะใดนั้น ควรได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในอันดับต่อไป

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ลาดชัน

การทดลองการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่ลาดชัน ได้ดำเนินการในปีที่ 2 และ 3 ในพื้นที่จังหวัดน่าน โดยมีแปลงทดลองปีละ 1 แปลงทดลอง บนดินร่วนเหนียวปนกรวด (ชุดดินมวกเหล็ก : ML) ซึ่งในแปลงทดลองแรก (ในปีที่ 2 ของการวิจัย) ทำบนดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 2 คือ ร้อยละ 1.92 และในแปลงทดลองในปีที่ 3 ของการวิจัย ทำบนดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 2 คือ ร้อยละ 3.38 ทั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยแผนการทดลอง RCBD ทั้งสองแปลง คือ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 0, 0.25N, 0.5N, 1.0N, 1.25N ในตำรับที่ 1-5 และเปรียบเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่ ซึ่งผลการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละแปลงทดลอง แต่ผลระหว่างแปลงทดลองไม่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน จึงไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นผลจากดินชนิดเดียวกันและการจัดการปุ๋ยที่เหมือนกัน โดยความแตกต่างระหว่างแปลงอาจเป็นผลจากสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีและในพื้นที่ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการทดลองการใช้ปุ๋ยหมักทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ปุ๋ยหมัก 1 ตัน ซึ่งประเมินว่ามีธาตุไนโตรเจนปลดปล่อยออกมา 3.9 กก.N/ไร่ สอดคล้องกับสมมติฐาน เนื่องจากผลผลิตของข้าวโพดมีแนวโน้มต่ำกว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราแนะนำ คือ ประมาณ 5 กก.N/ไร่ (ตำรับที่ 4) ทั้งสองปีและทั้งสองแปลง เพราะทั้งนี้หากใช้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมักเป็นเกณฑ์ในการให้คำแนะนำ จะต้องประเมินว่ามีธาตุไนโตรเจนปลดปล่อยออกมา 6.5 กก.N/ไร่/ตัน ซึ่งผลการทดลองควรไปสอดคล้องกับตำรับที่ 5 ซึ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูงกว่าอัตราแนะนำ แม้ในการทดลองในปีที่ 2 อาจแสดงผลในลักษณะดังกล่าว คือ เมื่อข้าวโพดได้รับไนโตรเจนมากขึ้นส่งผลให้ผลผลิตลดลง แต่ในการทดลองในปีที่ 3 กลับแสดงให้เห็นว่า หากการคิดปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักที่ 6.5 กก.N/ไร่/ตัน ไม่สอดคล้องกับตำรับที่ 5 แต่อย่างใด

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในดินร่วนเหนียวปนกรวดที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 2 มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงที่ 0.75 เท่าของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำ (ตำรับที่ 3) ขณะที่ดินร่วนเหนียวปนกรวดเช่นกัน

แต่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 2 ตอบสนองการใช้ปุ๋ยเคมีที่ 1.25 เท่าของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำ อย่างไรก็ตามการหาข้อสรุป ควรมีการจัดทำแปลงวิจัยเพิ่มเติมต่อไป



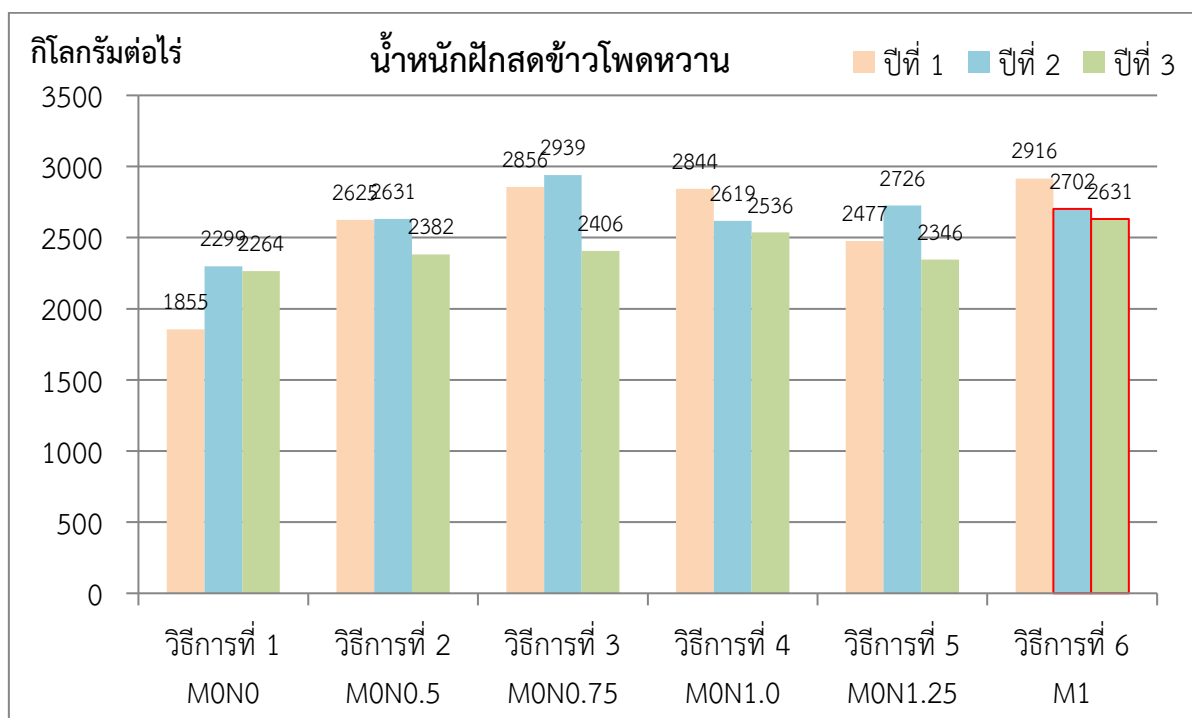
ภาพที่ 16 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลอง บ้านปางสา ตำบลจอมจันทร์ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ในการทดลองปีที่ 2 และบ้านนาเหลือง ม่วงขาว ตำบลน้ำแก่น อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ในการทดลองปีที่ 3 ซึ่งเป็นดินร่วนเหนียวปนกรวด (ชุดดินมวกเหล็ก)

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดหวาน

การทดลองในข้าวโพดหวานทำในแปลงทดลอง 3 แปลง บนดินร่วนปนทรายแป้ง (ชุดดินกำแพงเพชร : Kp) ซึ่งทำแปลงทดลองต่อเนื่อง 3 ปี บนดินต้นร่วนปนกรวด (ชุดดินโพธิ์พิสัย : Pp) จำนวน 2 แปลงๆ ละ 2 ปี วางแผนการทดลองแบบ RCBD ใช้ปุ๋ยเคมีในระดับ 0, 0.25, 0.5 1.0 และ 1.25 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว 2 ตันต่อไร่ (7.8 กก. N/ไร่) ในปีแรกของการวิจัย และมีการปรับเป็นอัตราเป็น 1 ตันต่อไร่ (3.9 กก. N/ไร่) ในปี 2 และ 3 ของการวิจัย ทั้งสามแปลงทดลองมีผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ระหว่างร้อยละ 1-2 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงปานกลาง ซึ่งคำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจะผันแปรตามร้อยละของอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 5-18 กก. N/ไร่ ขณะที่ของกรมวิชาการเกษตรจะอยู่ในช่วง 10-15 กก. N/ไร่

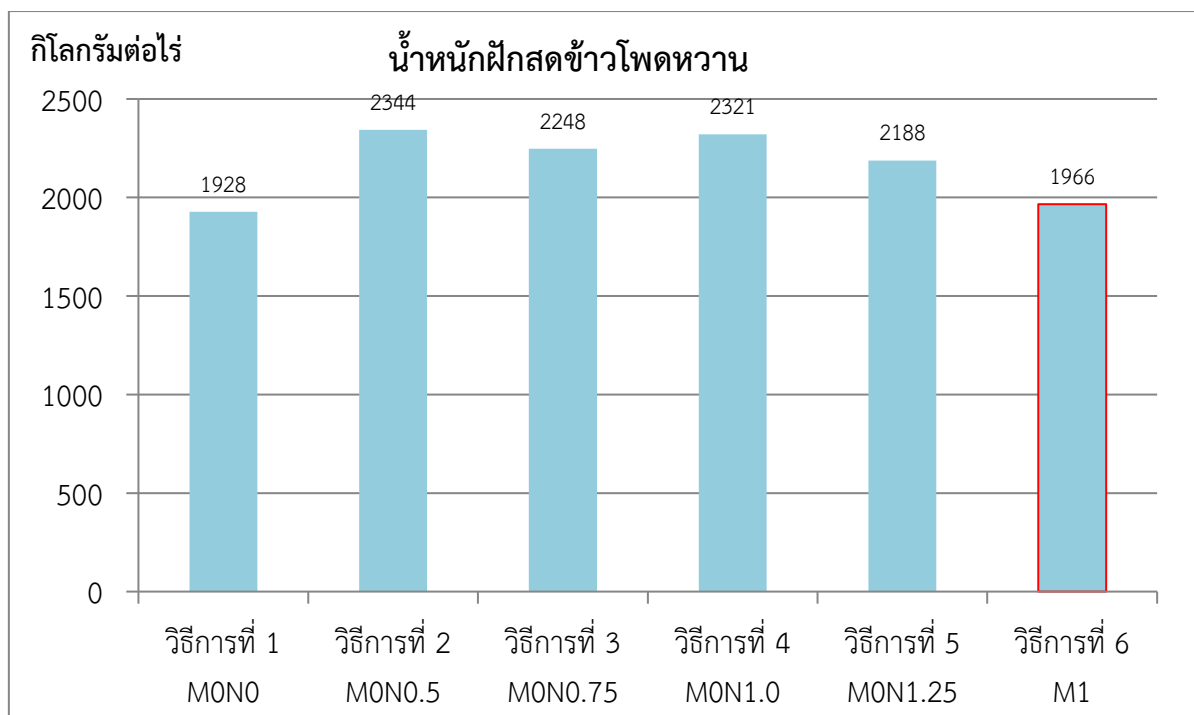
ผลการทดลองบนดินร่วนปนทรายแป้ง พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ (7.8 กก. N/ไร่) ให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักสดของฝักข้าวโพดหวาน (ตามผลผลิตที่เก็บจริงสู่ตลาด) ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ คือ 7.42 กก. N/ไร่ ในปีแรกของการทดลอง ทั้งนี้ผลการทดลองในปีแรกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนการทดลองซ้ำในปี 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง แต่มีแนวโน้มว่าตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีผลผลิตต่ำที่สุดทั้งสามปีการทดลอง ขณะที่ตำรับที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุดคือตำรับที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.75 เท่าของอัตราแนะนำสำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตสูงสุดในปีแรก และลดลงในปี 2 และ 3 ซึ่งมี

การปรับปริมาณปุ๋ยหมักจาก 2 ตันเป็น 1 ตัน อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนมีผลส่งเสริมให้ผลผลิตข้าวโพดหวานค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งสามปีการทดลอง ขณะที่ค่ารับที่ใช้แต่ปุ๋ยเคมีส่วนใหญ่มีรูปแบบการให้ผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี



ภาพที่ 17 น้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นดินร่วนปนทรายปนแฉะ (ชุดดินกำแพงเพชร)

ผลการทดลองบนดินดินร่วนปนทราย พบว่า จากการทดลอง 4 ครั้ง ใน 2 แปลงๆ ละ 2 ปี สามารถเก็บผลผลิตได้เฉพาะปีแรก (ปีที่ 2 ของการวิจัย) เท่านั้น ทั้ง 2 แปลง แต่มีเฉพาะแปลงบริเวณตำบลหาดคำ จังหวัดหนองคายเท่านั้น ที่สามารถตอบผลตามสมมติฐานได้ ส่วนแปลงในตำบลวัดธาตุ จังหวัดหนองคาย ผลผลิตมีค่าต่ำผิดปกติในทุกๆ ปีการทดลอง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยเสริมอื่นๆ ผลของแปลงทดลองไม่สามารถนำมาตอบสมมติฐานการวิจัยได้ ดังนั้น จึงสามารถประเมินและแปลผลได้เฉพาะแปลงทดลองในตำบลหาดคำเท่านั้น ดังนี้ ตัวอย่างดินในแปลงทดลองบริเวณนี้มีค่าอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ คือ ร้อยละ 1.21 ซึ่งทำให้การใช้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 16.52 กก./ไร่ ขณะที่การประเมินการใส่ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3.9 กก./ไร่ ส่งผลให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักสดของฝักข้าวโพดหวาน (ตามผลผลิตที่เก็บจริงสู่ตลาด) ต่ำกว่าที่ใส่เฉพาะปุ๋ยหมักอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ แม้จะไม่มีผลแตกต่างทางสถิติกับผลการทดลองอื่นๆ และได้ผลผลิตใกล้เคียงกับการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลย ขณะที่ค่ารับอื่นๆ ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มที่ผลผลิตจะสูงกว่า อย่างไรก็ตาม จากเหตุที่ผลผลิตในปีที่ 3 ของการวิจัยไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ และแปลงทดลองในดินดินร่วนปนทรายอีกแปลงหนึ่ง ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่นจนไม่สามารถวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบได้ ผลการทดลองนี้จึงไม่สามารถสรุปชัดเจนได้ แต่มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่า การประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจากปุ๋ยหมักที่ร้อยละ 60 ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมักเป็นหลักการที่ยอมรับได้



ภาพที่ 18 น้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลหาดคำ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ซึ่งเป็นดินดินร่วนปนกรวด (ชุดดินโพนพิสัย) เฉพาะในปีที่ 2 ของการวิจัย

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด

จากสมมติฐานว่า ปุ๋ยอินทรีย์สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารร้อยละ 60 ของที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์กับพืชนั้น ทำให้เกิดแผนการทดลองของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์แบบ Split plot in Randomized Complete block จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี Main plot 2 ระดับ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก (M0) และใส่ปุ๋ยหมัก (M1) Sub plot 4 ระดับ คือ 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 เท่าของระดับไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (N0.5 N0.75 N1.0 และ N1.25) ทั้งนี้ กำหนดที่ปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนเป็นเกณฑ์ ฉะนั้น ใน Main plot ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ จึงใส่ปุ๋ยเคมีลดลงตามสัดส่วน โดยคิดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยหมักเป็นหลัก และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมจึงถึงระดับที่ต้องการในแต่ละตำรับ การศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีนี้มีทั้งข้าวโพดหวานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยปลูกในบริเวณใกล้เคียงกันเนื่องจากปัจจัยเรื่องการขอใช้พื้นที่จากเกษตรกร และเป็นการปลูกในช่วงเวลาต่างหากคือปลูกคนละปี ดังนั้นผลการทดลองในข้าวโพดหวานและผลการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงไม่มีความเกี่ยวพันสืบเนื่องของแปลงวิจัยระหว่างกันโดยตรง ยกเว้นสมบัติพื้นฐานของดินเนื่องจากเป็นชุดดินเดียวกัน ทั้งนี้ คณะวิจัยได้ทำการทดลองในดินร่วนปนทรายในพื้นที่ดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรรพยา) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการมีน้ำแช่ขังใต้ดินและผิวดิน อย่างไรก็ตาม สมบัติด้านปริมาณธาตุอาหารในดินได้จัดเก็บตัวอย่างดินใหม่ในแต่ละแปลง และได้กำหนดตำรับและเงื่อนไขการทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

ในปีแรกของการทดลองนั้น ปลูกข้าวโพดหวาน และใช้ปุ๋ยหมักใน M1 อัตรา 2 ตันต่อไร่ โดยคิดปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับเท่ากับ 13 กก./ไร่ โดยไม่คิดตามอัตราการปลดปล่อยที่ร้อยละ 60 ผลการวิเคราะห์ดินในแปลงที่ปลูกข้าวโพดหวานมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.6 เนื่องจากเป็นแปลงที่ขาดการดูแลรักษามาก่อนและมีวัชพืชรบกวนมาก การเก็บตัวอย่างดินดำเนินการก่อนการไถกลบ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองพบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นอย่างมากถึงประมาณร้อยละ 3.5 ซึ่งแม้ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลองจะแตกต่างกันมากจนผิดสังเกต แต่ด้วยผลการยืนยันจากห้องปฏิบัติการก่อนการ

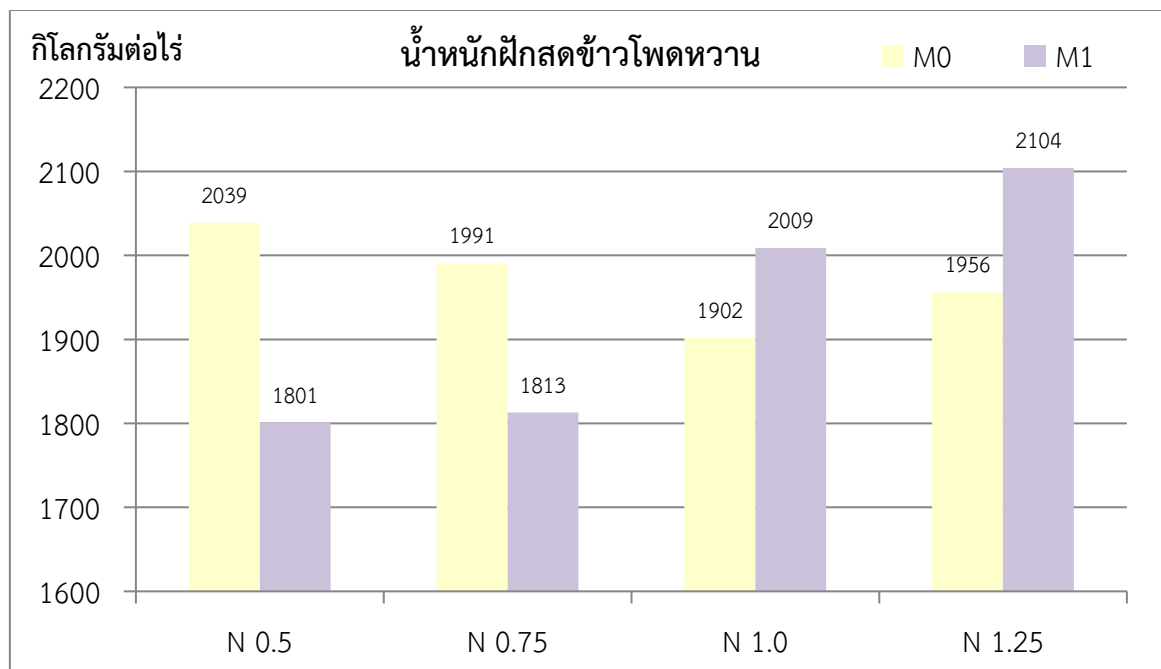
ทดลอง จึงได้กำหนดให้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำที่ 20.4 กก.N/ไร่ ซึ่งเมื่อใช้หลักการประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในปุ๋ยหมักข้างต้น ใน Main plot ที่ใส่ปุ๋ยหมัก จึงใส่ปุ๋ยเคมีเสริมอีก 7.4 กก.N/ไร่ ในตำรับที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ สำหรับตำรับอื่นๆ ลดลงและเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของตัวคุณตามข้อกำหนดของการทดลอง ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์สูง

ในปีที่ 2 และ 3 มีความจำเป็นต้องขยับตำแหน่งแปลงไปยังแปลงใกล้เคียง ประกอบกับปัจจัยอื่นๆ ทำให้เปลี่ยนงานทดลองเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยปรับอัตราการใช้ปุ๋ยหมักเป็น 1 ต้นต่อไร่ และประเมินปริมาณไนโตรเจนที่พืชจะได้รับจากปุ๋ยหมักที่ 3.9 กก.N/ไร่ (ตามอัตราการปลดปล่อยที่ร้อยละ 60) และผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์สูง

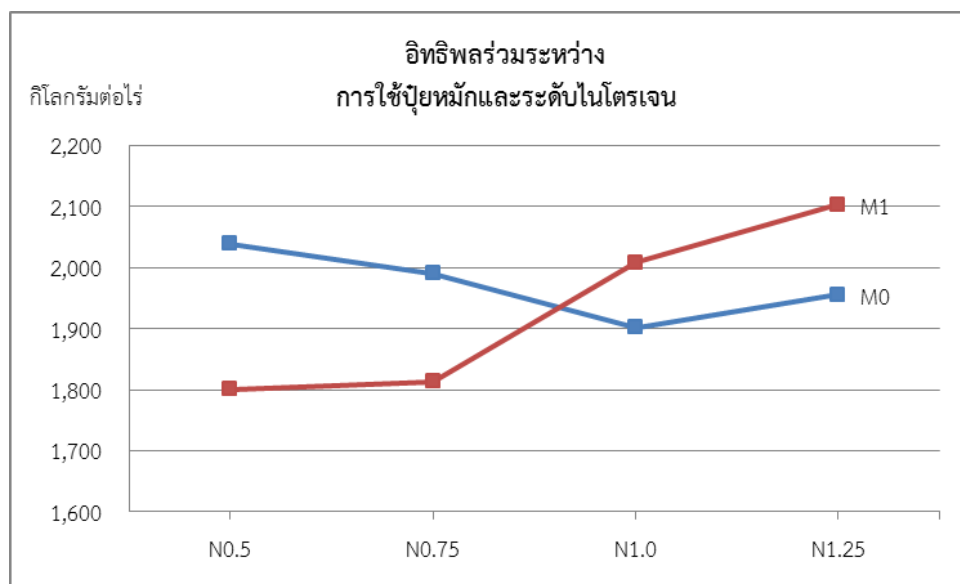
ผลการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดหวาน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับของผลผลิตข้าวโพดหวาน (ฝักสด) และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ก็ไม่เกิดความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับของผลผลิตข้าวโพดหวานด้วยเช่นกัน ขณะเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน แต่มีแนวโน้มว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำ (0.5N และ 0.75N) จะให้ผลผลิตที่สูงที่สุด ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมาก (ผลสะท้อนจากผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ได้อ้อยละ 0.6) ขณะเดียวกันการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการประเมินปุ๋ยไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยหมักมากเกินไป คือ แทนการประเมินที่ร้อยละ 60 ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งเท่ากับ 7.8 กก.N/ไร่ แต่ประเมินเป็น 13 กก.N/ไร่ (ส่วนต่างเท่ากับ 5.2 กก.N/ไร่) ซึ่งหากประเมินตามหลักปลดปล่อยร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมดแล้ว ข้าวโพดหวานจะได้รับไนโตรเจนในตำรับที่ M1N1.0 เท่ากับ 12.6 กก.N/ไร่ ซึ่งหากเทียบในตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวแล้ว จะได้ผลผลิตสอดคล้องกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10-15 กก.N/ไร่ และส่งผลให้มีปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อใช้ร่วมกันในอัตราที่เหมาะสม ดังตำรับที่ M1N1.25 เมื่อประเมินตามหลักปลดปล่อยร้อยละ 60 แล้ว จะได้รับไนโตรเจน 20.3 กก.N/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับที่ได้รับไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว 20.4 กก.N/ไร่ (MON1.0) ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ แสดงให้เห็นจากผลวิเคราะห์ทางสถิติที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และแสดงในรูปกราฟตามภาพที่ 19

ผลการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปีที่ 2 และ 3 ของการวิจัย) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่าง Main plot ในการทดลองปีแรก (ปีที่ 2 ของการวิจัย) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง Main plot ในปีที่ 3 ของการวิจัย ซึ่งอาจเป็นผลตกค้างของปุ๋ยหมักที่ใส่ไว้ในปีแรกของการทดลอง และส่งผลต่อผลผลิตในปีที่ 3 อย่างไรก็ตามความแตกต่างทางสถิตินั้นมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่างกันประมาณ 100 กก./ไร่ เท่านั้น และไม่มีความแตกต่างทางสถิติของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งไม่อาจอธิบายได้ด้วยข้อมูลที่จำกัด สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างการใส่ปุ๋ยหมักและระดับไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ไม่พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันในทางสถิติ ทั้งนี้เหตุที่ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวกับการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ อาจเป็นเพราะปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รับอยู่ในระดับที่สอดคล้องในแต่ละช่วงของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำ และในแปลงทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงอยู่แล้ว จึงทำให้ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการส่งเสริมประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี ไม่ปรากฏอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาวิจัยและทำซ้ำในแผนการทดลองนี้ให้มากขึ้น เพื่อยืนยันความเชื่อมั่นต่อสมมติฐาน และนำไปสู่ความเชื่อถือในการพัฒนาระบบสารสนเทศและโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงต่อไป

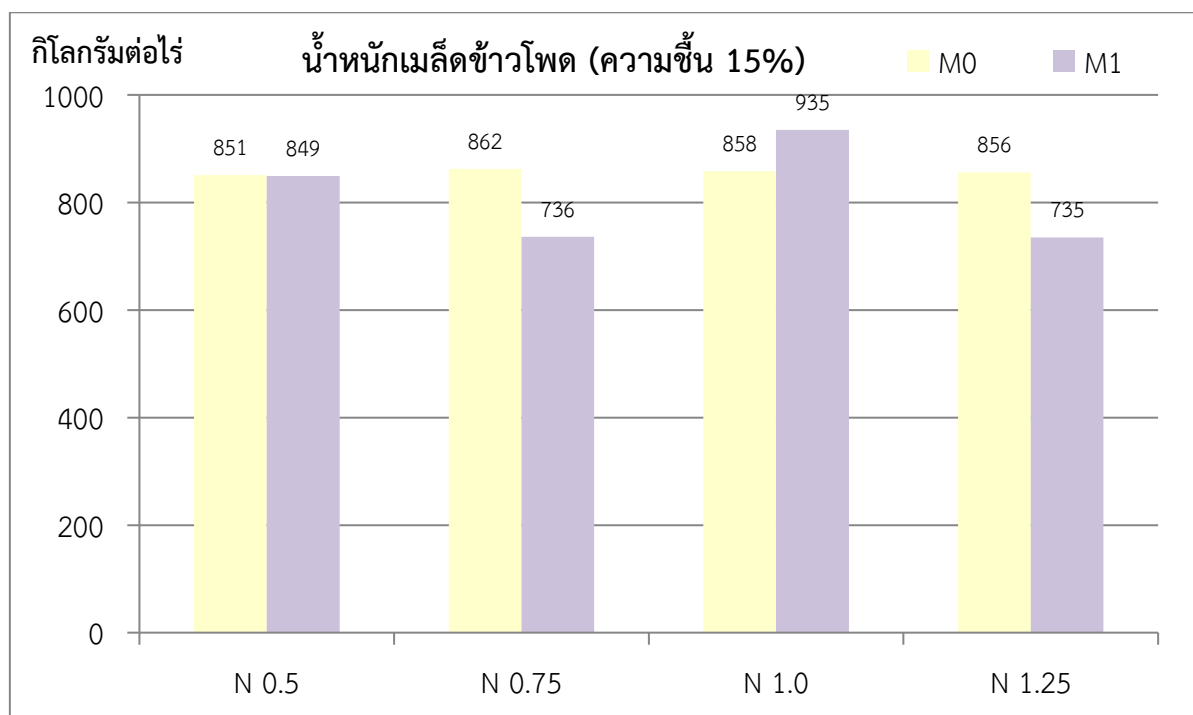
ทั้งนี้ โดยสรุปแล้วผลการทดลองนี้ช่วยยืนยันความถูกต้องของการประเมินการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ร้อยละ 60 ของปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เป็นค่าพื้นฐานในโปรแกรม



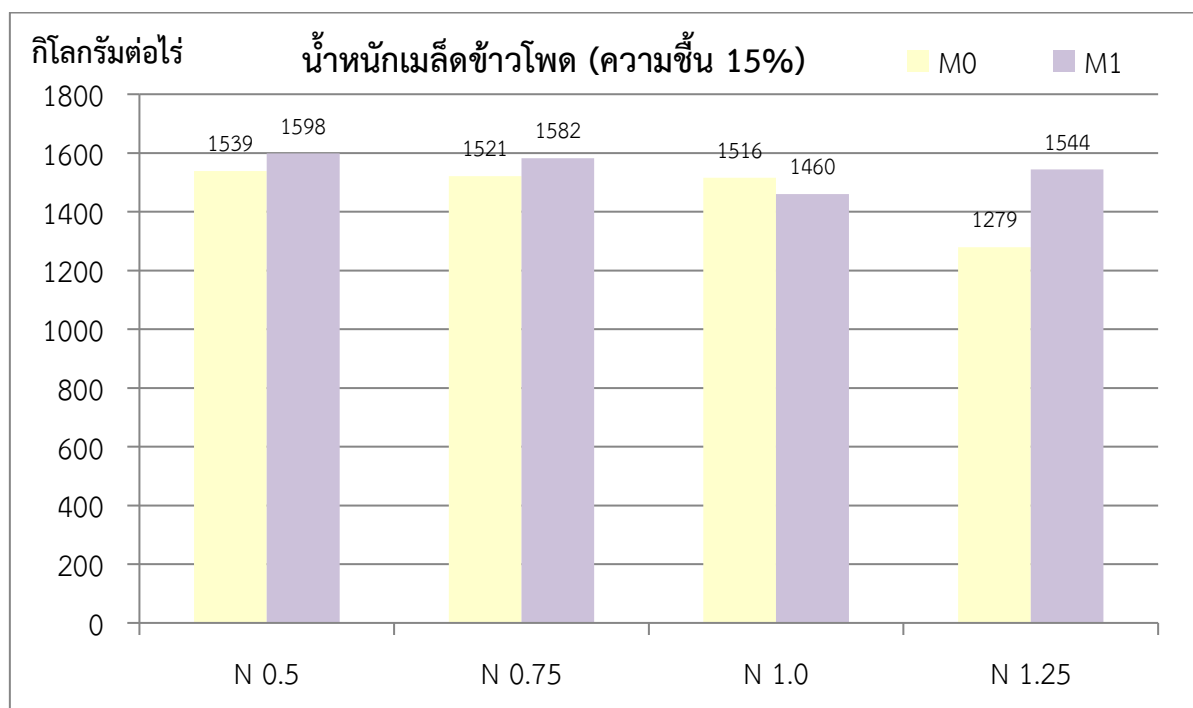
ภาพที่ 19 น้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา) ปีที่ 1 ของการวิจัย



ภาพที่ 20 อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ตามระดับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ต่อ น้ำหนักผลผลิตฝักสดข้าวโพดหวาน (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ในการทดลองปีที่ 1 ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา)



ภาพที่ 21 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลอง บ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา) ปีที่ 2 ของการวิจัย



ภาพที่ 22 น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลอง บ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง (ชุดดินสรพยา) ปีที่ 3 ของการวิจัย

การทดลองให้ปุ๋ยข้าวโพดตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับไนโตรเจนเป็นหลัก และผันแปรไนโตรเจนไปตามสัดส่วนเพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรม ขณะที่พรทิวา (2557) ทำการทดลองเปรียบเทียบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน และในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำ ให้ผลผลิตข้าวโพดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันเมื่อใช้คำแนะนำที่แตกต่างกันจาก คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และคำแนะนำจากปุ๋ยสั่งตัด สอดคล้องกับสมฤทธิ์ (2553) ซึ่งทำการทดลองใช้ปุ๋ยเคมีปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลไก่และปุ๋ยชีวภาพ โดยผันแปรปุ๋ยเคมีเป็น 3 ระดับ ในชุดดินวังไฮ แล้วให้ผลผลิตข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากดินที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูงสำหรับข้าวโพด ผลการทดลองทั้งสองสอดคล้องกับผลงานวิจัยย่อยในแผนการวิจัยนี้ที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี หากแต่การทดลองในผลงานวิจัยย่อยนี้กำหนดปริมาณปุ๋ยอินทรีย์เป็นส่วนเพื่อทดแทนไนโตรเจนและปรับเปลี่ยนปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อทดสอบคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ในทำนองเดียวกัน ผลการทดลองในข้าวโพดหวานบนดินร่วนปนทรายของเบญจพร (2560) เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและตามค่าวิเคราะห์ดินแล้วใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ซากจามจุรี) ในอัตราต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำกับคำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน แต่มีความแตกต่างกันเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยย่อยในแผนการวิจัยนี้ที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตของข้าวโพดหวาน

ในแง่เศรษฐกิจ แม้งานวิจัยจากโครงการย่อยนี้และการทดลองจากผลงานวิจัยอื่นๆ จะมีการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจระหว่างค่ารับการลงทุนไว้ก็ตาม แต่การศึกษาอย่างเป็นระบบทางเศรษฐกิจนั้น อมรลักษณ์และคณะ (2560) ได้นำเสนอการประเมินผลทางเศรษฐกิจระหว่างการใส่ปุ๋ยสั่งตัดกับการใช้ปุ๋ยทั่วไป พบว่าการใส่ปุ๋ยสั่งตัดให้รายได้เพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 33.74 ซึ่งการประเมินทางเศรษฐกิจนี้เป็นการประเมินตามหลักการทางบัญชีตามเศรษฐศาสตร์ แต่ก็ให้ผลสอดคล้องกับการประเมินในการทดลองที่ให้การพิจารณาเฉพาะความแตกต่างของปัจจัยที่ทดลอง (ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินส่งผลดีต่อผลตอบแทนของเกษตรกร

### 3.2.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับอ้อย

อ้อย เป็นพืชไร่อายุยาวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทยอย่างมาก โดยเฉพาะการเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลเพื่อการส่งออกของประเทศไทย ในการผลิตอ้อยนั้น ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่ง และเป็นปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตอย่างมากเช่นกัน การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงนั้น ยึดถือจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเป็นหลัก ซึ่งได้รับการปรับให้สอดคล้องกับการให้คำแนะนำผ่านแปรตามผลวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ ดังนั้น การดำเนินการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับอ้อย โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี การทดสอบทดลองในดินที่มีสมบัติดินที่แตกต่างกัน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ภายใต้ระยะเวลา งบประมาณ และกำลังบุคลากรที่จำกัด การศึกษาจึงเน้นเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น เพราะเป็นธาตุอาหารที่อ่อนไหวมากในการจัดการสำหรับอ้อย สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้อัตราคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเท่ากันทั้งแปลงทดลอง แต่แตกต่างกันไปในแต่ละแปลงทดลองตามค่าวิเคราะห์ดิน

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อย ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (ธัชชกฤต กลั่นหวล) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ดัดแปลง ผลการทำแปลงทดลอง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทำแปลงทดลองที่หลากหลายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. ในทุกการทดลองการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี เมื่อกำหนดให้ไนโตรเจนที่พืชได้รับจากปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นข้อกำหนดตามปกติของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี จึงเป็นข้อมูลยืนยันการใช้ข้อกำหนดนั้น และทำให้ไม่ต้องปรับปรุงหลักเกณฑ์ดังกล่าวในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง แต่อย่างไรก็ตาม การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ยังจำเป็นต้องเน้นย้ำถึงประโยชน์อื่นๆ ของปุ๋ยอินทรีย์ มากกว่าประโยชน์ในแง่ของธาตุอาหาร เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้โครงสร้างของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากพืช มีช่องว่างสำหรับระบายน้ำและถ่ายเทอากาศ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน จะช่วยคุ้ยเคี้ยวธาตุอาหารให้คงอยู่ในดินได้นานขึ้น พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้มากขึ้น ลดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดินได้เป็นอย่างดี เป็นต้น

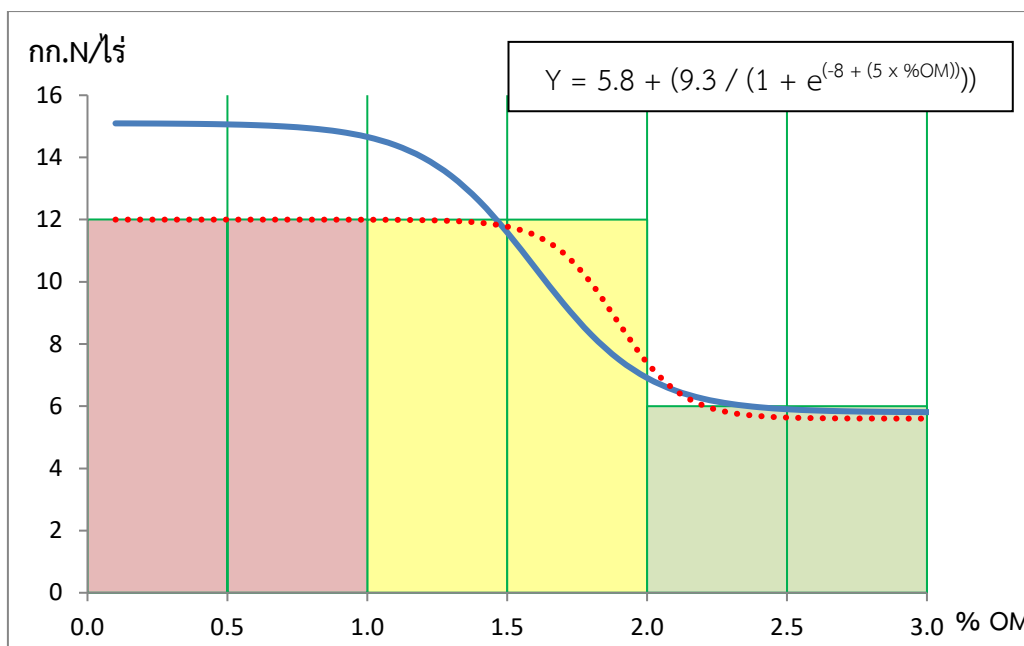
2. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนบนดินร่วนปนทราย ควรมีการปรับปรุงอย่างยิ่ง คือ ควรมีการปรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้สูงขึ้นอย่างน้อย 1.25 เท่าของอัตราแนะนำในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามควรมีคำเตือนในพื้นที่ที่มีสภาพของภูมิอากาศไม่เหมาะสมด้วย กล่าวคือ หากพื้นที่นั้นมีความเสี่ยงต่อความแห้งแล้ง การให้ปุ๋ยไนโตรเจนบนดินร่วนปนทรายตามคำแนะนำในปัจจุบันค่อนข้างเหมาะสมอยู่แล้ว แต่ในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนมากเพียงพอหรือมีระบบชลประทาน ควรแนะนำให้มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการจัดทำในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง สามารถใช้เป็นฟังก์ชันจำเพาะที่จะคูณคำแนะนำปุ๋ยไนโตรเจนเดิมด้วย 1.25 ได้เลย เมื่อพบว่าผู้ใช้งานโปรแกรมเลือกใช้นดินร่วนปนทราย ในกรณีของดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนบนดินเหล่านั้นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมอยู่แล้ว

3. ในอีกมุมมองหนึ่ง พบว่า การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น พบในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำทั้งสิ้น (ดินทรายและดินร่วนหยาบปนทราย) แต่เมื่อดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางถึงสูง (ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียวดอน) การตอบสนองต่อปุ๋ยของอ้อยให้ผลดีที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง กรณีของดินเหนียวในที่ลุ่ม (ชุดดินรัชบุรี) ซึ่งผลผลิตจะสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นนั้น อาจเนื่องจากการเป็นดินเหนียวในที่ลุ่มที่อาจมีปัจจัยบางประการที่ทำให้ปุ๋ยไม่สามารถดูดซับไนโตรเจนได้เท่าที่ควร หรืออาจมีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ทำให้เมื่อมีไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นโอกาสในการได้รับไนโตรเจนของอ้อยจะมากขึ้นด้วย ซึ่งควรได้มีการทดลองทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่งเพื่อยืนยันข้อมูลดังกล่าว

4. เมื่อพิจารณาจากข้อเสนอแนะข้อ 2 และ 3 แล้ว พบว่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับอ้อยของกรมวิชาการ ที่นำมาใช้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ที่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากันไม่ว่าจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำหรือปานกลางนั้น ไม่น่าเหมาะสมสำหรับการใช้งานในสภาพที่เป็นจริง โดยเฉพาะในสภาพที่มีปริมาณน้ำฝนปกติหรือมีระบบชลประทาน (หากพื้นที่นั้นมีผลกระทบจากสภาพแล้ง คำแนะนำในปัจจุบันถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดีอยู่แล้ว) ดังนั้น หากไม่ปรับฟังก์ชันตามข้อเสนอแนะข้อ 2 ก็ควรมีการปรับสมการในการให้คำแนะนำเลย เพราะหากมีดินร่วนปนทรายหรือดินทรายใด ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง แล้วหากให้มีการเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอีกด้วยการคูณด้วย 1.25 อาจไม่ส่งผลให้ผลผลิตอ้อยสูงขึ้นก็เป็นไปได้ (กล่าวคือ อาจให้ผลไปตามแนวทางของข้อเสนอแนะข้อ 3) ดังนั้น เมื่อในการทดลองนี้ไม่มีการทดลองบนดินร่วนปนทรายหรือดินทรายที่มีอินทรีย์วัตถุปานกลางมาเปรียบเทียบ จึงไม่อาจยืนยันได้ว่าผลตอบสนองนั้นเกิดจากสภาพของเนื้อดิน ไม่ใช่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน หากกล่าวว่ามีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยก็ให้ผลเช่นเดียวกันนั้น สามารถชี้แจงได้ว่า ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ไม่ได้มีปริมาณมากเท่าใดนัก และยังเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัวสมบูรณ์จนมีโครงสร้างซับซ้อนเหมือนอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนในกรณีดินร่วนละเอียดปนทราย ซึ่งเป็นดินกำแพงแสนที่เป็นดินร่วนละเอียดนั้น ไม่อาจเป็นตัวแทนของดินร่วนปนทรายและดินทรายได้อย่างแท้จริง เพราะมีแนวโน้มของดินเอนเอียงไปทางดินร่วนปนทรายแป้ง (ชุดดินกำแพงแสน) มากกว่า อีกทั้งการเป็นดินร่วนละเอียดนั้นแสดงว่ามีปริมาณแร่ดินเหนียวมากพอสมควรในดินล่าง ซึ่งแตกต่างจากดินร่วนปนทรายและดินทรายทั่วไป แต่ทั้งนี้ไม่สามารถกำหนดได้ว่าควรมีการปรับอัตราการให้คำแนะนำปุ๋ยไนโตรเจนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำไปถึงระดับใด จึงจัดทำได้เฉพาะตามที่มีผลการทดลองยืนยันเท่านั้น คือเพิ่มอีก 1.25 เท่า จากเดิมให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอยู่ที่ 12 กิโลกรัม N/ไร่ จึงเพิ่มเป็น 15 กิโลกรัม N/ไร่ และสามารถทำเป็นรูปสมการสำหรับใช้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้ ดังนี้ (ภาพที่ 23)

$$N = 5.8 + (9.3 / (1 + e^{(-8 + (5 \times \%OM))}))$$

5. กรณีคำแนะนำของอ้อยตอนนั้น คำแนะนำในปัจจุบันเหมาะสมอยู่แล้ว ซึ่งมีข้อสังเกตว่าจะเป็นคำแนะนำที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นกว่าเดิม 6 กิโลกรัม N/ไร่ ซึ่งหากมีการปรับคำแนะนำในอ้อยปลูกตามข้อเสนอแนะข้อ 4 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อยต่อ ควรจะเพิ่มเป็น 21 กิโลกรัม N/ไร่ แต่จากผลการทดลองยังไม่พบแนวโน้มว่าการให้ไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตอ้อยต่อเพิ่มขึ้น จึงยังคงไว้ที่ 18 กิโลกรัม N/ไร่ จึงจะเหมาะสมกว่า อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจนในอ้อยปลูกจะดีกว่าอ้อยต่อ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่อ้อยปลูกมีการเตรียมดิน ระบบรากย่อมดีกว่าทำให้มีประสิทธิภาพสูง ส่วนอ้อยตอดินจะแน่น การระบายอากาศในดินไม่ดี ดังนั้นหากมีการปรับสภาพดินให้ดี อาจจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน



ภาพที่ 23 กราฟคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เสนอให้ปรับ (เส้นสีน้ำเงิน) เปรียบเทียบกับกราฟคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเดิมที่มีอยู่โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (เส้นประสีแดง)

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

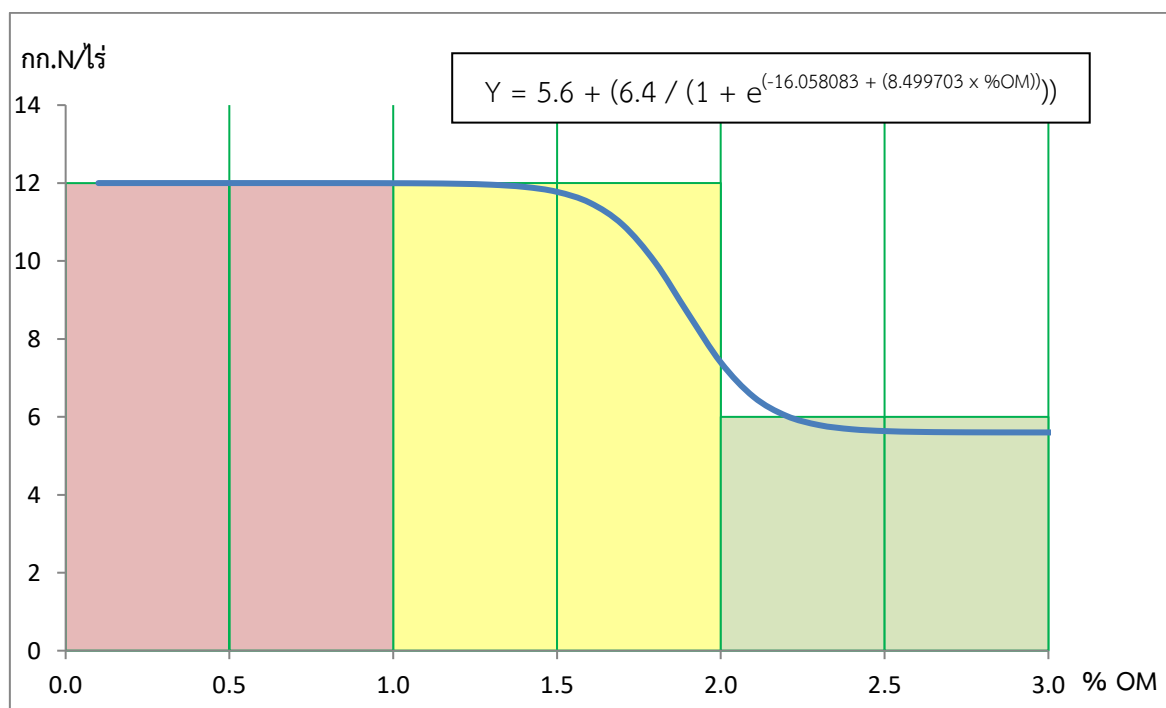
การศึกษาค้างนี้ ได้ทำแปลงทดลอง 10 พื้นที่ โดยเน้นในดินที่สมบัติของเนื้อดินแตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD มี 2 Main plot คือ ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวกัน (M0) และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) ในส่วนของ Sub plot เน้นศึกษาหาแนวโน้มของผลผลิตอ้อย เมื่อมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่างๆ กัน โดยมีอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นเกณฑ์ และเพิ่มลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตามสัดส่วน รวม 4 ตำรับการทดลอง คือ 1.25 เท่า 1 เท่า 0.75 เท่า และ 0.5 เท่า (N1.25 N1.0 N0.75 N0.5) ทั้งนี้ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ได้รับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร และใช้อัตราปลดปล่อยธาตุอาหารที่ร้อยละ 60 ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่เพิ่มเติมตามตำรับการทดลอง

สำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยของกรมวิชาการเกษตร แสดงไว้ในตารางที่ 17 ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้มีการดัดแปลงให้เป็นรูปสมการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ดินในเชิงปริมาณ ที่ค่าวิเคราะห์ดินมีความละเอียดในเชิงตัวเลข และคำแนะนำที่ได้จะมีการลดทอนหรือเพิ่มขึ้นจากคำแนะนำในเชิงคุณภาพที่มีอยู่เดิม โดยสามารถเทียบอัตราให้คำแนะนำได้ตามกราฟ ในภาพที่ 24 ทั้งนี้ สมการที่แสดงในภาพ ได้มาจากการถดถอยสมการในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 และการทดลองนี้มีผลในการพิสูจน์ว่า สมการนี้ มีความถูกต้อง และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือควรมีการปรับปรุงอย่างไร สำหรับการสร้างสมการนี้ เป็นการใช้อยู่ข้อมูลจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างสมการโลจิสติกส์ จากนั้นใช้โปรแกรม excel ในการปรับแต่งเส้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำเดิมมากที่สุด

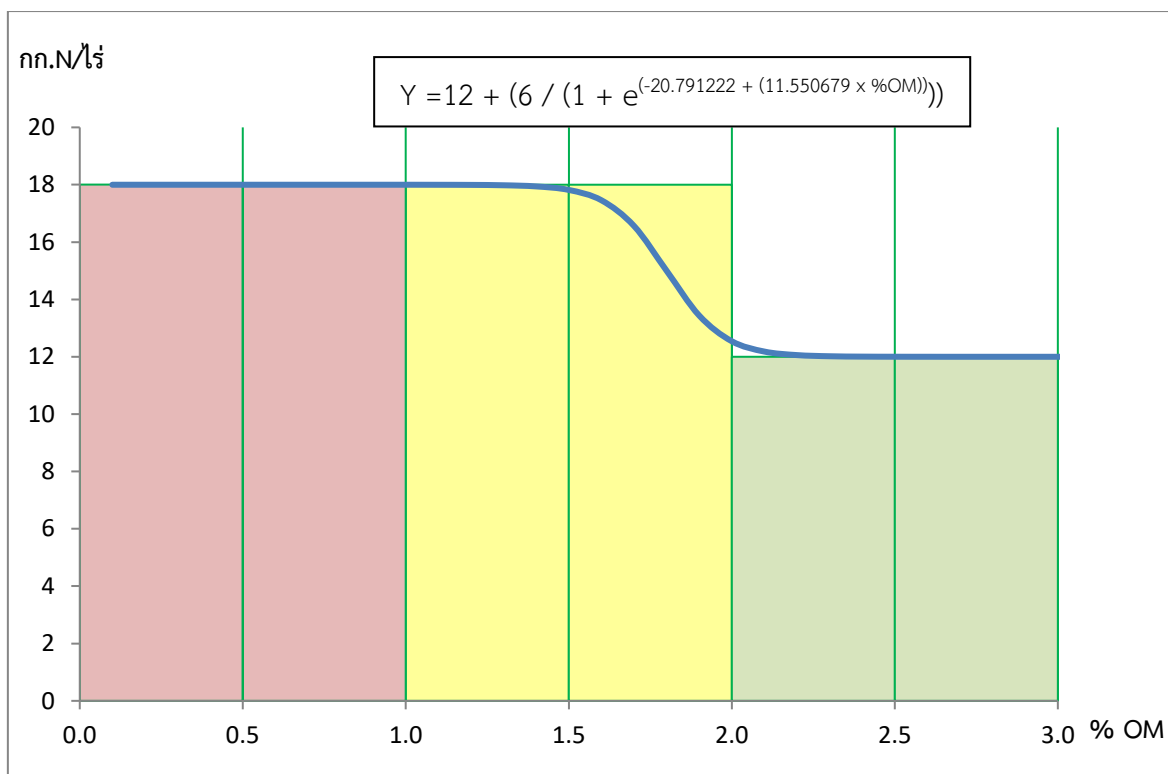
ตารางที่ 17 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ย  
ของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร

| ค่าวิเคราะห์ดิน                         | อัตราการใช้ปุ๋ย                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                         | อ้อยปลูก                                | อ้อยต่อ                                 |
| <b>ปริมาณอินทรีย์วัตถุ</b>              |                                         |                                         |
| ต่ำกว่าร้อยละ 1                         | 12 กก.N/ไร่                             | 18 กก.N/ไร่                             |
| ร้อยละ 1 – 2                            | 12 กก.N/ไร่                             | 18 กก.N/ไร่                             |
| มากกว่าร้อยละ 2                         | 6 กก.N/ไร่                              | 12 กก.N/ไร่                             |
| <b>ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์</b>    |                                         |                                         |
| ต่ำกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 6 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ | 9 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| 15 -30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม             | 6 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ | 9 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| มากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 3 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ | 6 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| <b>ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้</b> |                                         |                                         |
| ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 12 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             | 18 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             |
| 60 - 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม            | 12 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             | 18 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             |
| มากกว่า 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 6 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              | 12 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             |

ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 24 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อยปลูกตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยปลูกของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)



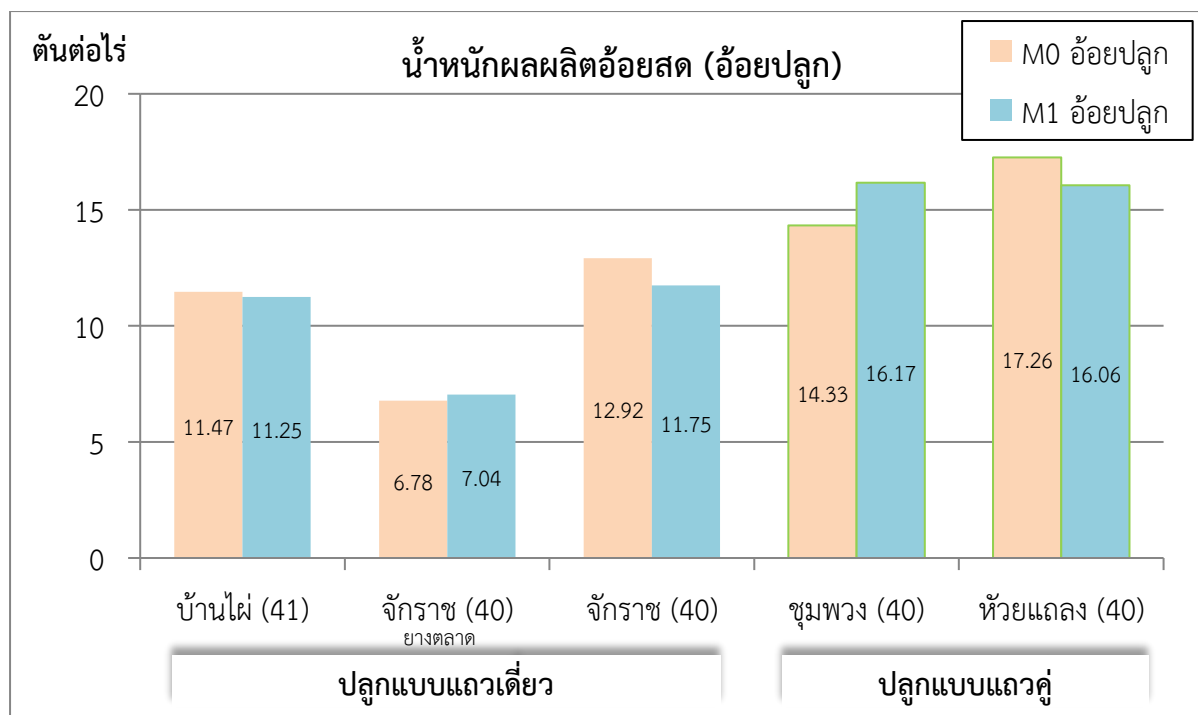
ภาพที่ 25 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อยต่อตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยต่อของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย

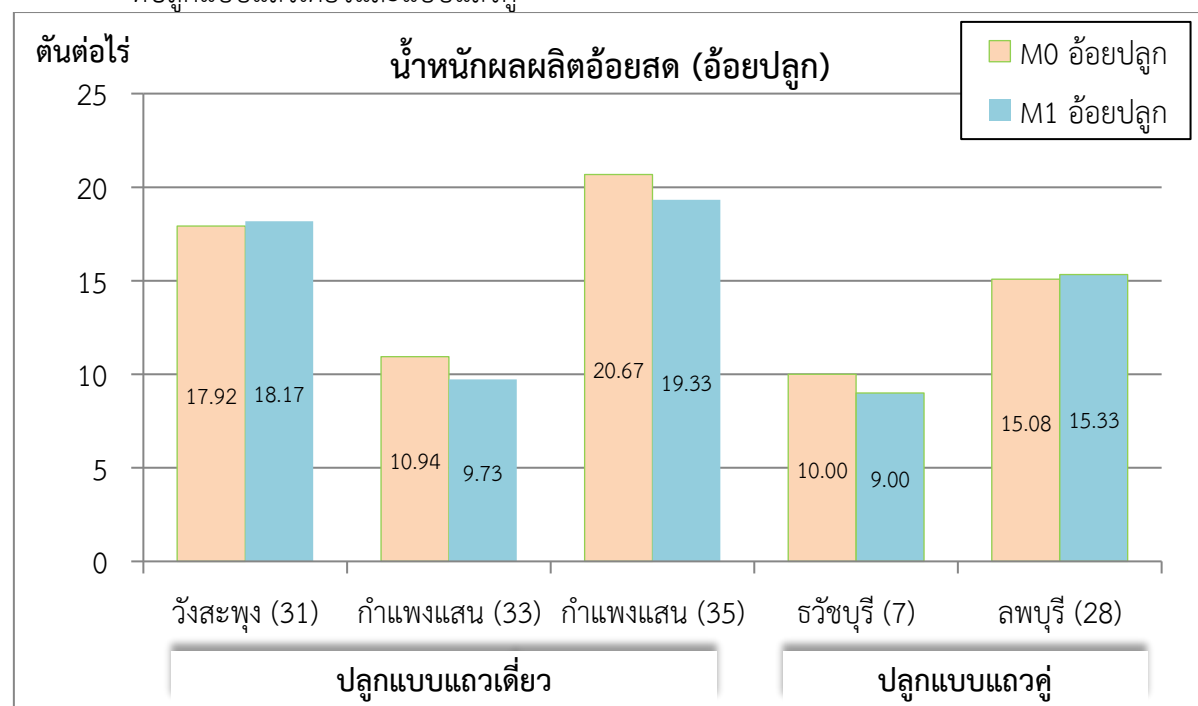
การทำการทดลองภายใต้แผนงานวิจัย ได้กำหนดให้มีการทดลองใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีด้วยเสมอ ซึ่งในกรณีของแปลงวิจัยอ้อยสามารถดำเนินการได้ตามแผนงานวิจัยในทุกๆ แปลง โดยกำหนดให้มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยต่อ หากแปลงทดลองนั้นเป็นการปลูกอ้อยแบบแถวคู่ กำหนดให้เพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับอ้อยปลูกเป็น 500 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยต่อ สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับแปลงทดลองที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีนั้น จะประเมินไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ก่อน โดยคิดการสลายตัวให้ไนโตรเจนแก่อ้อยที่ร้อยละ 60 ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ลงในแต่ละแปลงทดลอง จากนั้นจึงคำนวณปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องให้เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ตามอัตราที่กำหนดในการทำการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าทุกแปลงวิจัยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยต่อให้ผลในลักษณะเดียวกัน คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวน ( $M_0$ ) กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ( $M_1$ ) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตเฉลี่ยอ้อยสด นั่นหมายความว่า การประเมินการปลดปล่อยไนโตรเจนให้กับอ้อยของปุ๋ยอินทรีย์ที่ร้อยละ 60 เป็นค่าที่เชื่อถือได้ และสามารถนำไปใช้ในการจัดการปุ๋ยในแปลงอ้อยได้ ไม่ว่าจะเป็นอ้อยปลูก อ้อยต่อ ทั้งในการปลูกแถวเดี่ยวและแถวคู่ (ภาพที่ 26 ถึงภาพที่ 28)

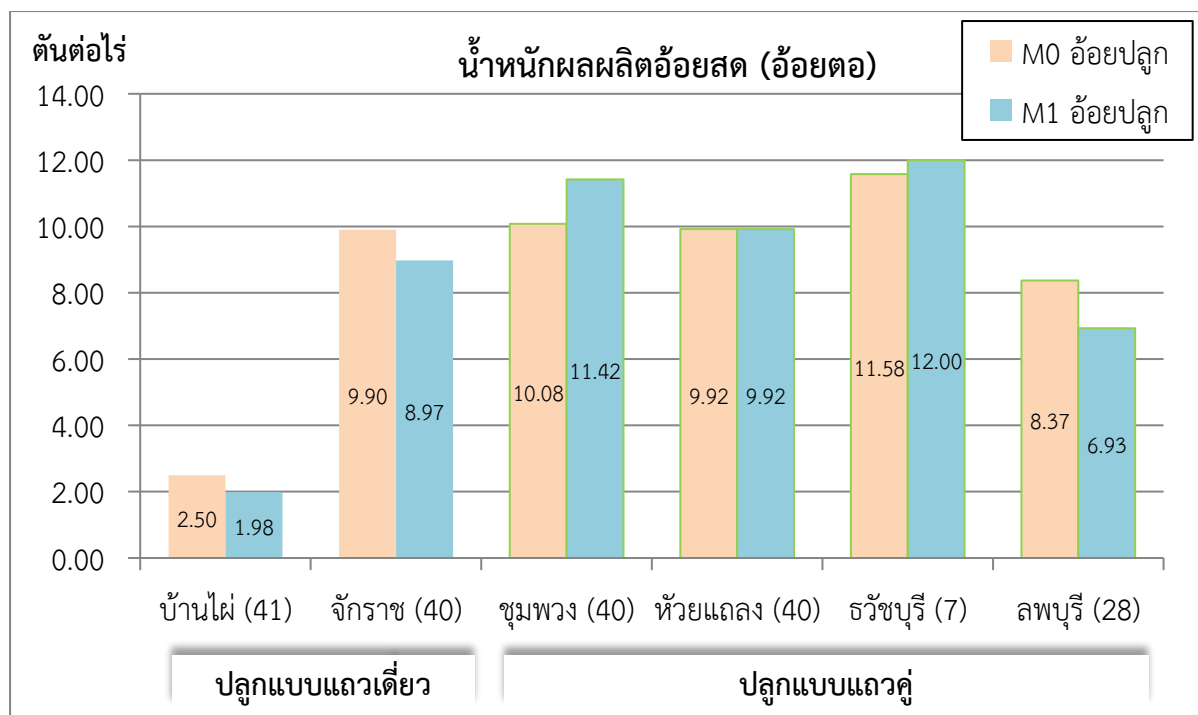
อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ กำหนดการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 300-500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ เท่านั้น ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ยังไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย ทั้งนี้ หากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มากขึ้น อาจไม่ส่งผลตามการทดลองได้



ภาพที่ 26 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) บนดินร่วนหยาบปนทรายถึงดินทรายที่ปลูกแบบแถวเดี่ยวและแบบแถวคู่



ภาพที่ 27 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) บนดินร่วนเหนียว (ชุดดินวังสะพุง) ดินร่วนปนทรายแป้ง (ชุดดินกำแพงแสน) ดินร่วนละเอียดปนทราย (ชุดดินกำแพงแสน) และดินเหนียว (ชุดดินราชบุรี และชุดดินลพบุรี)



ภาพที่ 28 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยตอ) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) บนดินทราย ดินร่วนปนทราย และดินเหนียว

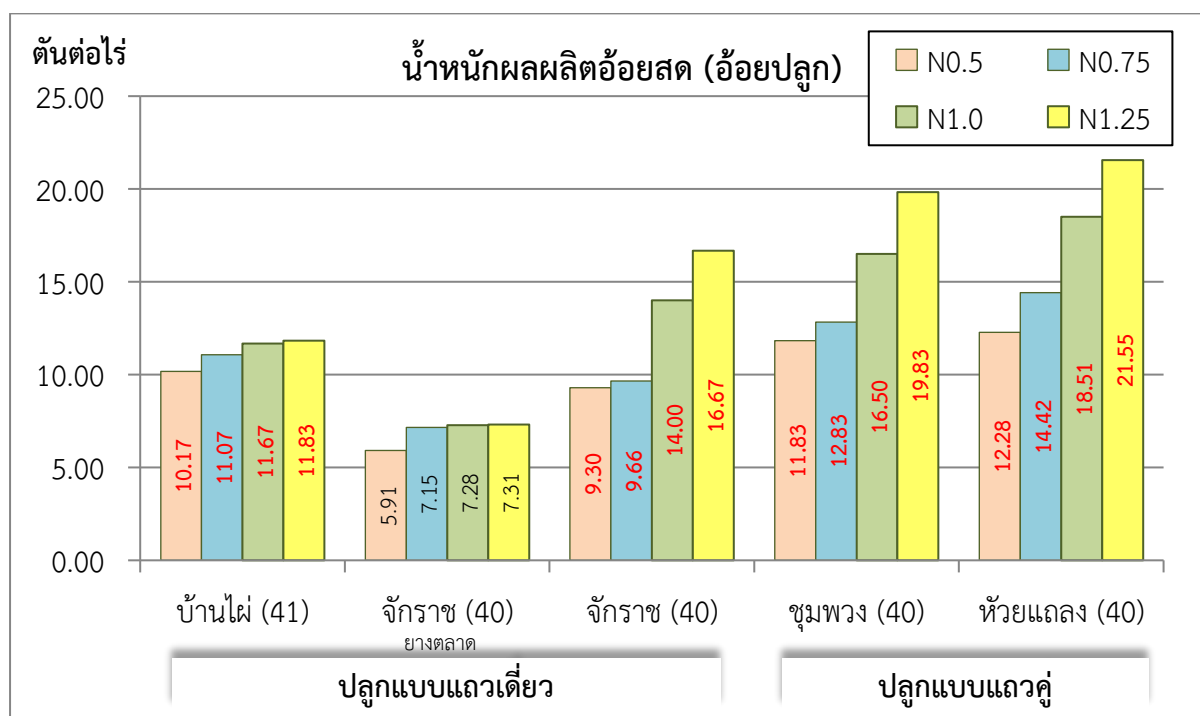
#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (อ้อยปลูก) บนดินทรายและร่วนปนทราย

ดินร่วนปนทรายถึงดินทราย เป็นดินที่มีการใช้ประโยชน์ในการปลูกอ้อยเป็นจำนวนมาก ในการศึกษาการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย จึงได้ดำเนินการในดินร่วนปนทรายถึงดินทราย 5 แปลง ใน 5 พื้นที่ แต่ละแปลงทดลองได้ดำเนินการวิจัย 1-2 ปี ซึ่งผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกมีอินทรีย์วัตถุต่ำทุกแปลงทดลอง ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จึงแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 12 กก./ไร่ กรณีของปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม ใส่ตามผลค่าวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลงทดลอง ชุดดิน ที่ตั้งแปลง และผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในแต่ละแปลงมีรายละเอียด ดังนี้

- ชุดดินบ้านไผ่ ตั้งอยู่ที่ บ้านภูเหล็ก ตำบลภูเหล็ก อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.20 ปลูกแบบแถวเดี่ยว
- ชุดดินจักราช ตั้งอยู่ที่ บ้านพุทธรักษา ตำบลเขาพระนอน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.20 ปลูกแบบแถวเดี่ยว
- ชุดดินจักราช ตั้งอยู่ที่ บ้านคำมันปลา ตำบลคำเหือดแก้ว อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.35 ปลูกแบบแถวเดี่ยว
- ชุดดินชุมพวง ตั้งอยู่ที่ บ้านตะบอง ตำบลโบสถ์ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.50 ปลูกแบบแถวคู่
- ชุดดินห้วยแถลง ตั้งอยู่ที่ บ้านหนองจาน ตำบลแหลมทอง อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.50 ปลูกแบบแถวคู่

จากการทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีในแปลงทดลองทั้ง 5 แปลง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) ไม่มีผลต่อผลผลิตอ้อยสด แต่อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่างๆ กันนั้น ผลการทดลองส่วนใหญ่พบว่าผลทำให้ผลผลิตอ้อยสดมีความแตกต่างกันทาง

สถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่ง โดยในแปลงทดลองบนชุดดินบ้านไผ่ และแปลงทดลองในชุดดินจักราช ซึ่งปลูกในพื้นที่บ้านพุทธรักษา ต.เขาพระนอน อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตอ้อยสดของการได้รับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ ทั้งนี้ มีข้อสังเกตว่าผลผลิตที่ได้บนชุดดินจักราชนั้นมีค่าต่ำมาก ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่น ที่ทำให้อ้อยไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยสำหรับในแปลงทดลองที่เป็นดินร่วนหยาบปนทราย จะแสดงผลในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นผลผลิตจะสูงขึ้น นั่นคือ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.25 เท่าของอัตราแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีแนวโน้มที่ผลผลิตจะยังคงสูงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษาว่าแนวโน้มของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนนี้จะไปสิ้นสุดที่ใด ซึ่งหากมีรูปแบบที่ไปในทำนองเดียวกัน จะสามารถนำข้อมูลนั้นไปปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยได้



ภาพที่ 29 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายถึงดินทราย เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เทียบกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอัตราที่แตกต่างกัน

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยบนดินร่วนเหนียว (อ้อยปลูก)

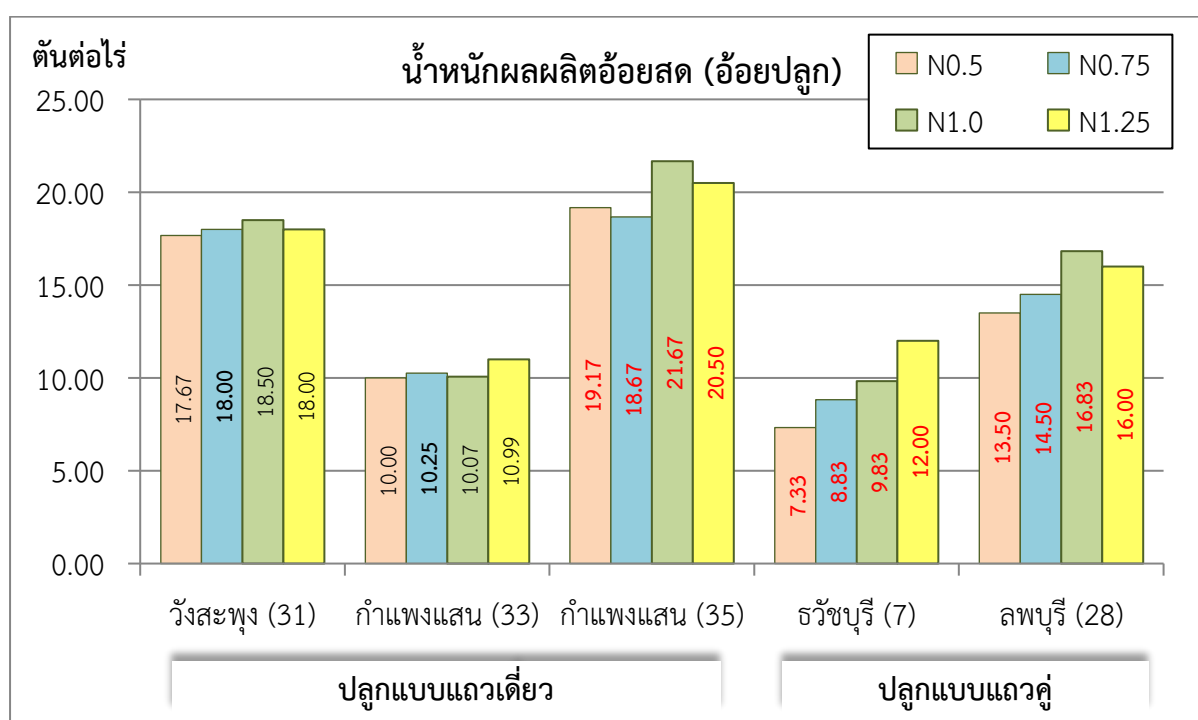
ดินร่วนเหนียว เป็นอีกดินหนึ่งที่มีการใช้ประโยชน์อ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินร่วนเหนียว ที่เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ในการศึกษาการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย จึงได้ดำเนินการในดินร่วนเหนียว 3 แปลง ใน 3 พื้นที่ ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกมีอินทรีย์วัตถุระดับปานกลาง แต่มีค่าวิเคราะห์เชิงปริมาณที่แตกต่างกันพอสมควร เมื่อใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง จึงแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่เท่ากัน โดยในชุดดินกำแพงแสนจะมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนน้อยที่สุด เนื่องจากผลวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางค่อนข้างไปทางสูง คือ มีอยู่ร้อยละ 1.90 กรณีของปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมใส่ตามผลค่าวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลงทดลอง ชุดดิน ที่ตั้งแปลง และผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในแต่ละแปลงมีรายละเอียด ดังนี้

- ชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลิกมาก ตั้งอยู่ที่ บ้านดงไผ่ ตำบลปากช่อง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1.10 ปุ๋ยแบบแถวเดี่ยว

- ชุดดินกำแพงแสน ตั้งอยู่ที่ สถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1.90 ปลุกแบบแถวเดี่ยว

- ดินกำแพงแสนที่เป็นดินร่วนละเอียด ตั้งอยู่ที่ บ้านสำนักคร้อ ตำบลตะคร้ำเอน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดกาญจนบุรี มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1.40 ปลุกแบบแถวเดี่ยว

จากการทดลองการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีในแปลงทดลองทั้ง 3 แปลง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี(M1) ไม่มีผลต่อผลผลิตอ้อยสด สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่างๆ กันนั้น ผลการทดลองมีทั้งที่มีผลต่อผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนักร้อยสดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และไม่มีผลต่อผลผลิตอ้อยสดโดยผลวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันเช่นกัน อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่า การให้ปุ๋ยตามคำแนะนำจะให้ผลผลิตดีที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำในดินร่วนเหนียวที่มีอินทรีย์วัตถุปานกลาง สอดคล้องกับการตอบสนองของผลผลิตได้ค่อนข้างดีแล้ว



ภาพที่ 30 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยปลูก) ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว และดินเหนียว เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เทียบกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอัตราที่แตกต่างกัน

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยบนดินเหนียว (อ้อยปลูก)

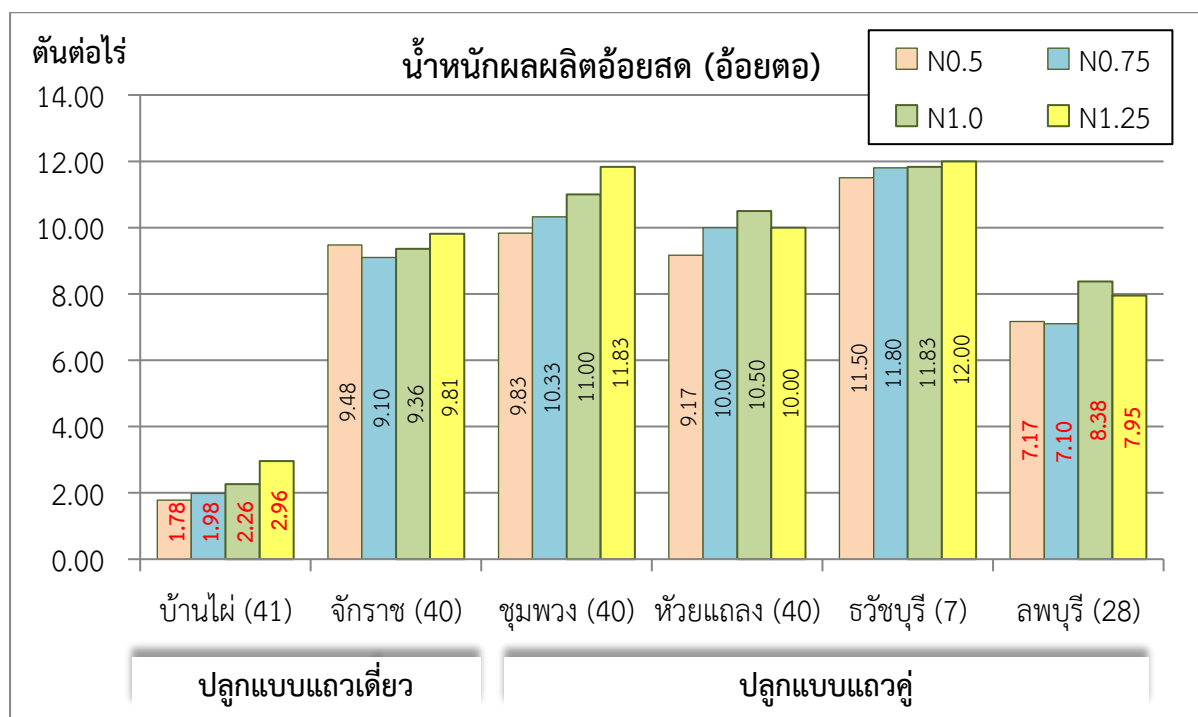
ดินเหนียวที่ใช้ในการปลูกอ้อย เดิมมีเฉพาะดินเหนียวในพื้นที่ดอน แต่เมื่อมีการพัฒนาพันธุ์อ้อยและมีเทคโนโลยีในการจัดการพื้นที่แล้ว ดินเหนียวในพื้นที่ลุ่มบางพื้นที่ก็ได้นำมาใช้ในการปลูกอ้อยด้วยเช่นกัน ในการศึกษาการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย จึงได้ดำเนินการในดินเหนียว 2 แปลง โดยเป็นดินเหนียวในพื้นที่ดอน 1 แห่ง คือ ชุดดินลพบุรี ตั้งอยู่ที่ บ้านลำสมพุง ต.ลำพญากลาง อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี มีผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในเกณฑ์สูง (ร้อยละ 2.75) และดินเหนียวในพื้นที่ลุ่ม 1 แห่ง คือ ชุดดินธวัชบุรี ตั้งอยู่ที่ บ้านวังม่วง ต.ธารละหลอด อ.พิมาย จ.นครราชสีมา มีผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (ร้อยละ 1.2)

ซึ่งผลการทดลองการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีในแปลงทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี(M1) ไม่มีผลต่อผลผลิตอ้อยสด แต่อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา

ต่างๆ กันนั้น มีผลทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่ง และมีแนวโน้มว่าเมื่อมีการให้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ผลผลิตของอ้อยจะสูงขึ้นตามไปด้วย แม้ในแปลงทดลองบนชุดดินลพบุรี จะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อมีการให้ปุ๋ยตามคำแนะนำ แต่หากให้มีผลยืนยันที่สมบูรณ์ ควรมีการทำการทดลองในดินเหนียวบนพื้นที่ดอนเพิ่มเติม และทดลองให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น เพื่อยืนยันการตอบสนองต่อปุ๋ยในดินเหนียวดอนว่ามีทิศทางไปในทางเดียวกันหรือไม่ เช่นเดียวกันบนดินเหนียวในพื้นที่ลุ่ม ก็ควรได้มีการทำการทดลองเพิ่มเติมเช่นกัน อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองปัจจุบันแสดงให้เห็นถึงการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในดินเหนียวนั้น ค่อนข้างเหมาะสมอยู่แล้ว

### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยตอ

การเพาะปลูกอ้อยในแปลงทดลองปีที่ 2 หรืออ้อยตอ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในแปลงทดลอง 5 แปลง แบ่งเป็น ดินทราย 1 แปลง ดินร่วนปนทราย 3 แปลง และดินเหนียว 2 แปลง ซึ่งผลผลิตที่ได้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวกัน (M0) กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่างๆ กันนั้น ส่วนมากไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นในแปลงดินทราย (ชุดดินบ้านไผ่ : 41) และในแปลงดินเหนียวดอน (ชุดดินลพบุรี : 28) ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยผลผลิตอ้อยสด ทั้งนี้แนวโน้มในภาพรวม การให้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำให้ผลผลิตอ้อยสดที่ดีที่สุด



ภาพที่ 31 น้ำหนักผลผลิตอ้อยสด (อ้อยตอ) ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายและดินเหนียว เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เทียบกับคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอัตราที่แตกต่างกัน

การทดลองให้ปุ๋ยอ้อยตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับไนโตรเจนเป็นหลัก และผันแปรไนโตรเจนไปตามสัดส่วนเพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรมขณะที่ อนุชา และคณะ (2557) ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยวิธีการอื่นๆ ซึ่งพบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงสุด อย่างไรก็ตามอนุชาได้ให้ปุ๋ยสำหรับอ้อยปลูกด้วยอัตรา 18-9-18 แบ่งใส่ 3 ครั้ง ขณะที่คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรแนะนำเพียง 12-6-12 แบ่งใส่ 2 ครั้ง โดยการใช้ปุ๋ยอัตรา 18-9-18 เป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อยต่อ อย่างไรก็ตาม กอบเกียรติ (2558) และทักษิณา (2558) ได้ใช้คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินใหม่สำหรับอ้อยปลูกเป็น 18-9-18 ในการวิจัยและพัฒนาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหาร พบว่าผลผลิตอ้อยให้การตอบสนองดีต่อคำแนะนำใหม่นี้ ดังนั้น ผลการวิจัยในงานวิจัยนี้ที่แสดงถึงความจำเป็นในการปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของอ้อย จึงสอดคล้องกับการทดลองการใช้ปุ๋ยของอ้อยในอัตราใหม่ตามผลงานที่กล่าวมาข้างต้น อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองในงานวิจัยนี้ไม่ได้แสดงผลแสดงถึงผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้อัตราปุ๋ยใหม่ในทุกๆ กรณี ซึ่งจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบตามสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกในแต่ละผลงานวิจัยต่อไป

ในประเด็นการจัดการธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมซึ่งแฝงมาในอินทรีย์วัตถุที่มีการใส่ในงานวิจัยนี้ และไม่ส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญนั้น สอดคล้องกับสุดชล (2558) ที่ได้ศึกษาการจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อ โดยการใช้ปุ๋ยนั้นมีการทดสอบให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับธาตุรองธาตุเสริม ซึ่งผลการทดลองพบว่าผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และคล้ายคลึงกับนาคยา (2555) ที่ทดสอบการเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แม้มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์โรงงานและการปลูกถั่วพุ่มระหว่างแถวอ้อย จะให้ผลผลิตสูงสุดก็ตาม

การศึกษาเปรียบเทียบผลงานวิจัยหนึ่งกับผลงานวิจัยอื่นๆ นั้น แม้อาจเห็นแนวโน้มของความสอดคล้องหรือความแตกต่างของผลงานวิจัย ก็ไม่อาจยืนยันในความสอดคล้องและความต่างนั้นได้ เนื่องจากแต่การละวิจัยมีการออกแบบการทดลองบนเงื่อนไขที่แตกต่างกัน บนสภาพแวดล้อมและการจัดการที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการทดลองในด้านการเกษตรที่มีอิทธิพลของภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันในแต่ละปีหรือในแต่ละพื้นที่ ก็ส่งผลต่อผลผลิตได้แตกต่างกันอย่างมาก แม้ในการวิจัยนี้ก็เช่นกัน การปลูกอ้อยในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน ด้วยตัวรับการทดลองเหมือนกัน แต่เมื่อต่างในเรื่องสภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ และการจัดการ ก็ยังส่งผลให้ผลงานวิจัยมีแนวโน้มและทิศทางแตกต่างกันไปด้วย แม้จะมีแนวโน้มให้อธิบายถึงความต่างนั้นก็ตาม แต่ยังไม่ใช่อธิบายถึงผลการวิจัยได้อย่างแท้จริง การศึกษาค้นคว้าวิจัยจึงต้องมีการดำเนินการต่อไปอย่างต่อเนื่อง

### 3.2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญมากของประเทศไทย เพราะเป็นพืชที่ผลิตเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกมากมาย แม้ในปัจจุบันประเทศไทยยังมีการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม่ได้มากเท่าที่กำลังการผลิตหัวมันสำปะหลัง แต่หากมีการพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากมันสำปะหลังมากขึ้น ความต้องการมันสำปะหลังในประเทศไทยจะสูงมากขึ้น ซึ่งเกษตรกรไทยต้องเตรียมรับมือกับความต้องการของตลาด ด้วยการให้ความสนใจกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตสูงมาก โดยสามารถพัฒนาผลผลิตเฉลี่ยได้เพิ่มจากปัจจุบันได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ด้วยเทคโนโลยีพื้นฐาน ซึ่งการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีพื้นฐานที่สำคัญของมันสำปะหลัง และเป็นเทคโนโลยีแรกๆ ที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ง่ายเมื่อต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต อีกทั้งในการผลิตมันสำปะหลังมีการทดแทนอินทรีย์วัตถุลงในดินน้อย เนื่องจากเมื่อเก็บเกี่ยว จะมีวัสดุอินทรีย์ตกค้างในแปลงมันสำปะหลังน้อยมาก ดังนั้น การดำเนินการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี การทดสอบทดลองในดินที่มีสมบัติดินที่แตกต่างกัน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ภายใต้ระยะเวลา งบประมาณ และกำลังบุคลากรที่จำกัด การศึกษาจึงเน้นเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น เพราะเป็นธาตุอาหารที่อ่อนไหวมากในการจัดการสำหรับมันสำปะหลัง สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้อัตราคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเท่ากันทั้งแปลงทดลอง แต่แตกต่างกันไปในแต่ละแปลงทดลองตามค่าวิเคราะห์ดิน

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (พิมพ์คุณช ตั้งตระกูลพงษ์) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ดัดแปลง ผลการทำแปลงทดลอง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทำแปลงทดลองที่หลากหลายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ดังนี้

1. ในภาพรวมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เป็นคำแนะนำที่เหมาะสมอยู่แล้วสำหรับการจัดการปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังในสภาพน้ำฝน หากเป็นการปลูกมันสำปะหลังในสภาพที่มีการชลประทานระบบน้ำหยด สามารถปรับเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนขึ้นอีก 1.25 เท่า เพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ควรได้มีการศึกษาเพิ่มเติมกรณีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพที่มีชลประทานระบบน้ำหยดเพื่อให้ได้คำแนะนำที่ชัดเจน แม่นยำ และเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น

2. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี โดยการประเมินปริมาณไนโตรเจนที่มันสำปะหลังจะได้รับจากปุ๋ยอินทรีย์อยู่ที่ร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ในปุ๋ยอินทรีย์ สามารถนำไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้จริง ทั้งนี้ เทคนิควิธีการประเมินไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ อาจใช้ข้อมูลการวิเคราะห์เดิมที่มีก่อน และควรได้มีการศึกษาการประเมินปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์อย่างง่าย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการ

ให้คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีต่อไป รวมถึงการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมทั้งในแง่ของการทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน

3. พันธุ์มันสำปะหลังที่ต่างกัน มีแนวโน้มแสดงให้เห็นถึงการให้เปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลังที่ต่างกัน เมื่อปลูกในชุดดินที่ต่างกัน ซึ่งควรได้รับการศึกษาต่อไปเพื่อให้สามารถสร้างคำแนะนำการจัดการดิน และการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง ตามกลุ่มพันธุ์ของมันสำปะหลังต่อไป

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

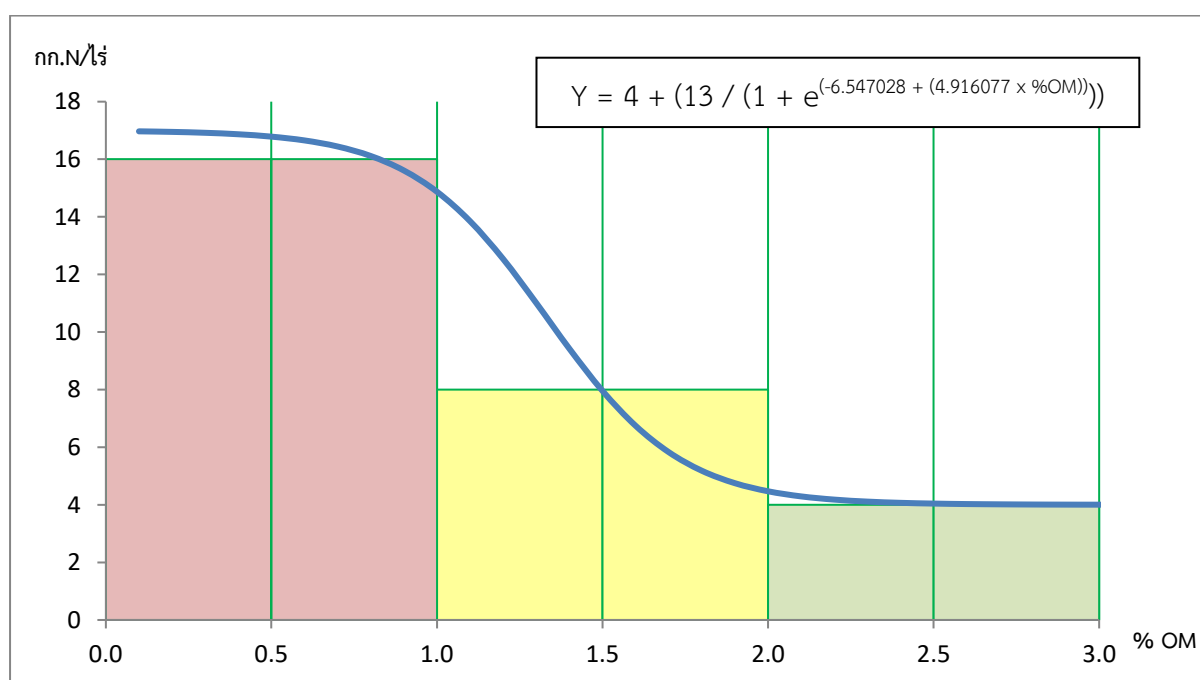
การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการทดลอง 9 พื้นที่ โดยเน้นในดินที่สมบัติของเนื้อดินแตกต่างกัน รวม 8 ชุดดิน โดยมีแผนการทดลองใน 2 รูปแบบ คือ 1. วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD มี 2 Main plot คือ ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (M0) และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) โดยใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและคำนวณเป็นปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยให้มันสำปะหลัง จากนั้นจึงใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมให้ระดับไนโตรเจนเท่ากัน ในส่วนของ Sub plot เน้นศึกษาหาแนวโน้มของผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่างๆ กัน โดยมีอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นเกณฑ์ และเพิ่มลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตามสัดส่วน รวม 4 ตารับการทดลอง 3 ซ้ำ คือ 1.25 เท่า 1 เท่า 0.75 เท่า และ 0.5 เท่า (N1.25 N1.0 N0.75 N0.5) ทั้งนี้ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ได้รับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร และใช้อัตราปลดปล่อยธาตุอาหารที่ร้อยละ 60 ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่เพิ่มเติมตามตารับการทดลอง 2. วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 วิธีการ 3 ซ้ำ โดยเน้นใช้ผืนแปรเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว ตั้งแต่ 0 เท่า 0.5 เท่า 0.75 เท่า 1.0 เท่า และ 1.25 เท่า ของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ตามความเหมาะสมของสถานที่ที่ใช้ในการทำแปลงทดลอง

สำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร แสดงไว้ในตารางที่ 18 ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้มีการดัดแปลงให้เป็นรูปสมการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ดินในเชิงปริมาณ ที่ค่าวิเคราะห์ดินมีความละเอียดในเชิงตัวเลข และคำแนะนำที่ได้จะมีการลดทอนหรือเพิ่มขึ้นจากคำแนะนำในเชิงคุณภาพที่มีอยู่เดิม โดยสามารถเทียบอัตราให้คำแนะนำได้ตามกราฟ ในภาพที่ 32 ทั้งนี้สมการที่แสดงในภาพ ได้มาจากการถอดสมการในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 และการทดลองนี้มีผลในการพิสูจน์ว่า สมการนี้ มีความถูกต้อง และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือควรมีการปรับปรุงอย่างไร สำหรับการสร้างสมการนี้ เป็นการนำข้อมูลจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างสมการโลจิสติกส์ จากนั้นใช้โปรแกรม excel ในการปรับแต่งเส้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำเดิมมากที่สุด

ตารางที่ 18 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร

| ค่าวิเคราะห์ดิน                         | อัตราการใช้ปุ๋ย                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>ปริมาณอินทรีย์วัตถุ</b>              |                                         |
| ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์                   | 16 กก.N/ไร่                             |
| 1 – 2 เปอร์เซ็นต์                       | 8 กก.N/ไร่                              |
| มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์                   | 4 กก.N/ไร่                              |
| <b>ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์</b>    |                                         |
| ต่ำกว่า 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม          | 8 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| 7 -30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม              | 4 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| มากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 0 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| <b>ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้</b> |                                         |
| ต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 16 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             |
| 30 - 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม            | 8 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |
| มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 4 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |

ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 กรมวิชาการเกษตร



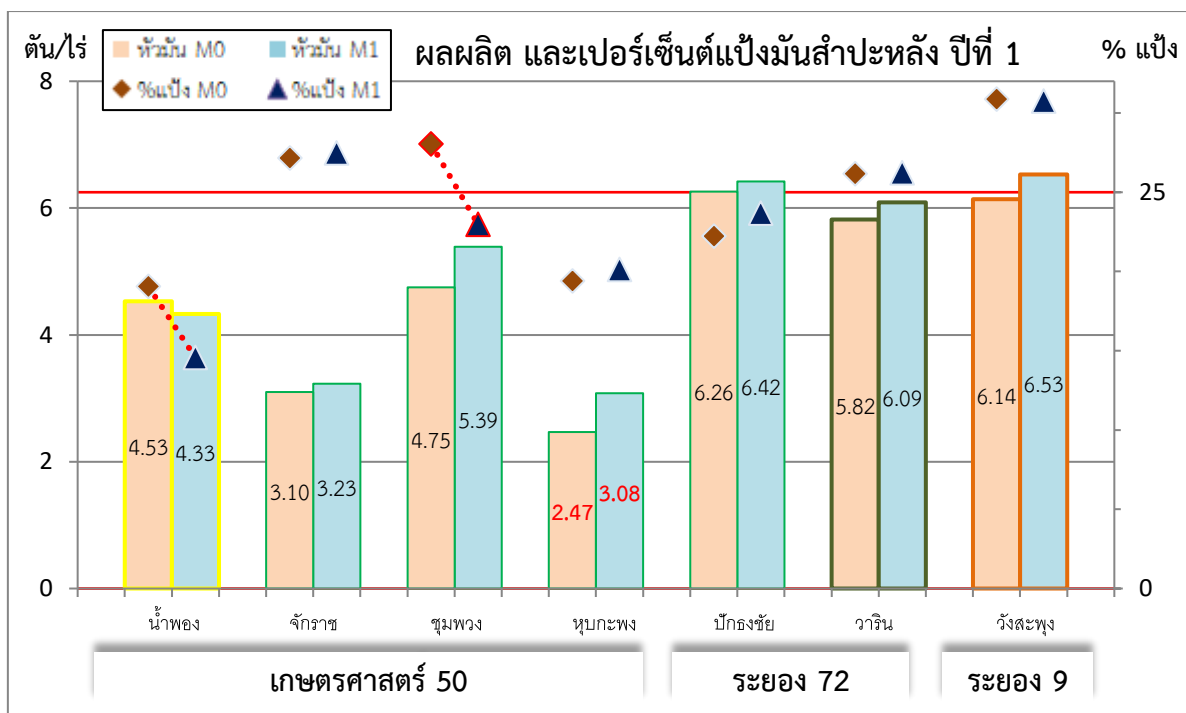
ภาพที่ 32 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)

### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง

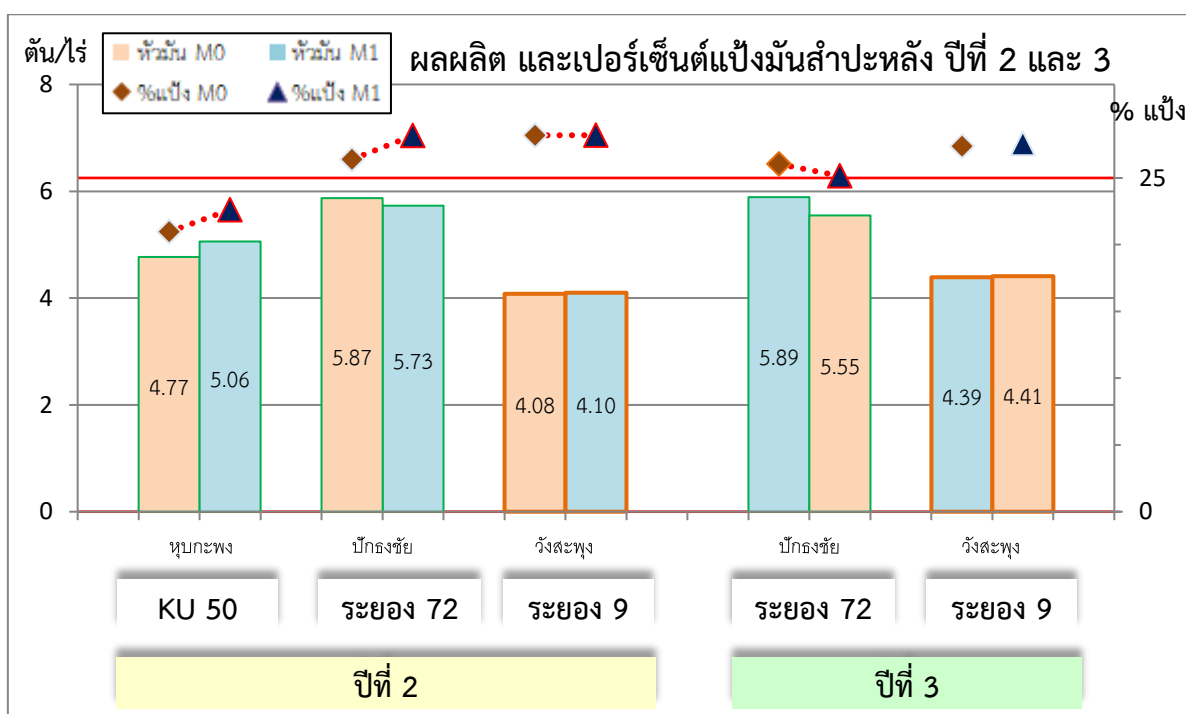
การจัดการปุ๋ยอินทรีย์ในแปลงมันสำปะหลัง เป็นความจำเป็นอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง และควรได้รับการศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมและสามารถใช้ได้จริงในพื้นที่ เพราะในการเพาะปลูกมันสำปะหลังนั้น จะมีเศษซากวัสดุอินทรีย์จากมันสำปะหลังกลับคืนสู่ดินน้อยมาก แต่หากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มากเกินไป จะมีรายงานจากเกษตรกรเสมอๆ ว่า “มันสำปะหลังจะไม่ลงหัว” ทำให้การกระตุ้นให้เกษตรกรให้ความสนใจในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำได้ยาก ดังนั้น หากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินแล้ว ยังสามารถช่วยให้เกษตรกรลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ จะมีส่วนช่วยกระตุ้นให้เกษตรกรให้ความสนใจมากขึ้น ในการทดลองนี้ จึงได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ จนถึง 2 ตันต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราสูงสุดที่มีการแนะนำให้ใช้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ และความสามารถในการจัดหาได้ในพื้นที่ ทั้งนี้ ปุ๋ยอินทรีย์จะได้รับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และคำนวณเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่ปุ๋ยหมักจะปลดปล่อยให้กับมันสำปะหลังที่ร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย จะใช้หลักการว่า “ลดปุ๋ย ไม่ลดธาตุอาหาร” นั่นคือ เมื่อคำนวณแล้วจะต้องได้ปริมาณไนโตรเจนที่เท่ากัน

ผลการการทำแปลงทดลอง 7 แปลงๆ ละ 1-3 ปี บนชุดดินต่างๆ รวม 7 ชุดดิน คือ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินจักราช ชุดดินชุมพวง ชุดดินหุบกะพง ชุดดินปักธงชัย ชุดดินวาริน และชุดดินวังสะพุง ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ดินทราย ดินร่วนหยาบปนทราย ดินร่วนละเอียดปนทราย และดินร่วนเหนียว โดยใช้พันธุ์มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือ เกษตรศาสตร์ 50 ระยะเวลา 72 และระยะเวลา 9 มีการทดลองรวม 12 การทดลอง พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติเกือบทุกการทดลอง ยกเว้นเพียงการทดลองบนชุดดินหุบกะพง ซึ่งเมื่อมีการทดลองซ้ำในปีที่สอง ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติอีก จึงอนุมานได้ว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชได้รับเท่ากับร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ สามารถนำไปใช้ได้จริง ดังแสดงกราฟเปรียบเทียบในภาพที่ 33 และ ภาพที่ 34

อย่างไรก็ตาม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่งของเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว กับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ในปีแรกของการทดลอง โดยพบว่ามี 2 แปลงทดลองในชุดดินน้ำพอง และชุดดินชุมพวง ที่มีความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์แป้ง โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย ซึ่งในการทดลองปีที่สองและปีที่สาม ในชุดดินที่ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์แป้งในปีแรก กลับพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่งของเปอร์เซ็นต์แป้งทั้งในชุดดินหุบกะพง ชุดดินปักธงชัย และชุดดินวังสะพุง โดยพบว่า เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีบางส่วน จะทำให้หัวมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์แป้งมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในปีแรกของทั้งสามชุดดิน เพียงแต่ในปีแรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แป้ง ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่า เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง อาจถูกควบคุมด้วยปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย ทำให้ผลการทดลองไม่แสดงผลไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด



ภาพที่ 33 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนักรากหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งในมันสำปะหลัง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (M0) และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีบางส่วน (M1) โดยยึดหลักการให้ดำรับที่เทียบกัน มันสำปะหลังได้รับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เท่ากัน ปีที่ 1



ภาพที่ 34 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนักรากหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งในมันสำปะหลัง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (M0) และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีบางส่วน (M1) โดยยึดหลักการให้ดำรับที่เทียบกัน มันสำปะหลังได้รับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เท่ากัน ปีที่ 2, 3

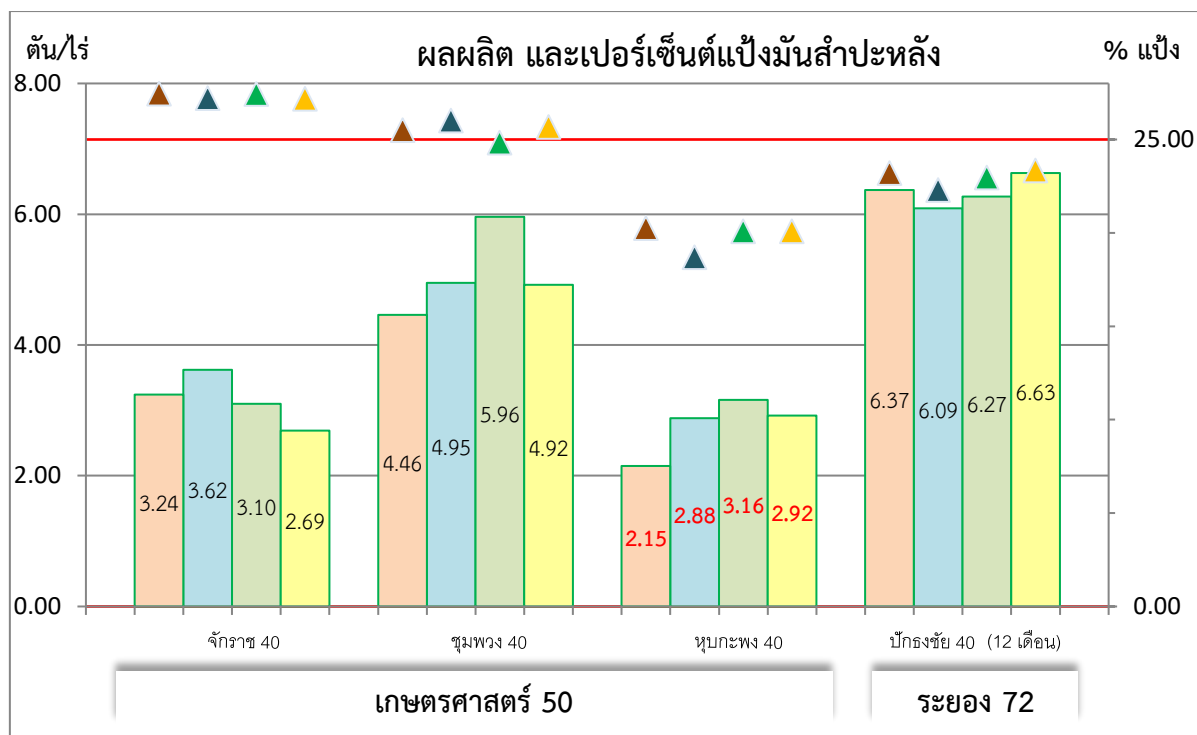
### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังบนดินร่วนปนทราย

ดินร่วนปนทราย เป็นหนึ่งในดินหลักๆ ที่ใช้ประโยชน์ในการปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากมีการระบายน้ำดี ร่วนซุยง่าย ทำให้ง่ายต่อการปลูก การลงหัวของมันสำปะหลัง กระทั่งถึงการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามดินร่วนปนทรายมักมีปัญหาเรื่องความอุดมสมบูรณ์ และในบางพื้นที่พบว่ามีชั้นดานเนื่องจากการไถพรวนอยู่ในดินล่าง ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการซาบซึมน้ำ และทำให้เกิดสภาพน้ำขังใต้ผิวดินได้ ทำให้หัวมันสำปะหลังเน่าเสียหาย ซึ่งในการจัดการดินนั้น ควรมีการตรวจสอบสภาพดานของดิน และมีการไถระเบิดดินดานเป็นระยะๆ ในประเด็นศึกษาเรื่องการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย ได้จัดทำแปลงทดลองในดินร่วนปนทราย 5 แปลง แบ่งเป็น ดินร่วนหยาบปนทราย 4 แปลง และดินร่วนละเอียดปนทราย 1 แปลง

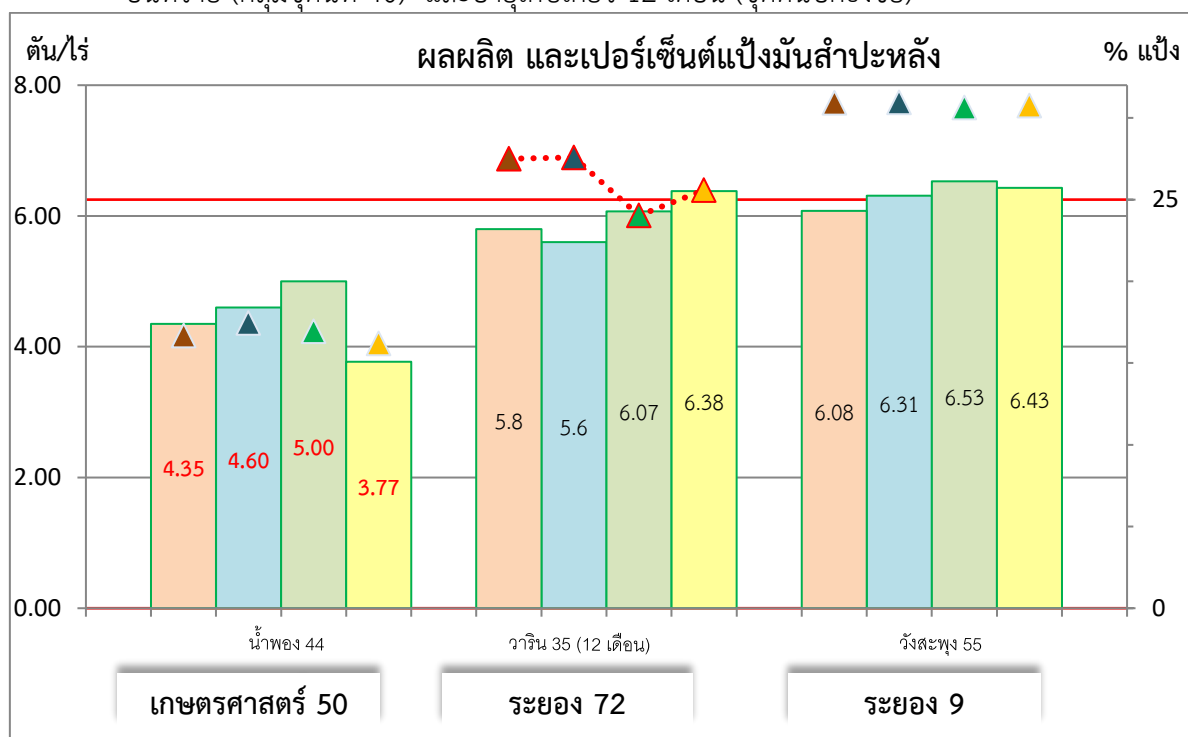
ดินร่วนหยาบปนทราย 3 แปลง ได้ดำเนินการบนชุดดินจักราช ชุดดินชุมพวง ชุดดินหุบกะพง และชุดดินปึกธงชัย ซึ่งในชุดดินจักราช ชุดดินชุมพวง และชุดดินหุบกะพง ใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ขณะที่ชุดดินปึกธงชัยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 มีการทดลองรวม 7 การทดลอง พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังสดอายุเก็บเกี่ยว 10-12 เดือน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเป็นส่วนใหญ่ คือ มีเพียงการทดลองบนชุดดินหุบกะพงที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในการทดลองปีแรก แต่เมื่อมีการทดลองซ้ำในปีที่สอง ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และในการทดลองบนชุดดินปึกธงชัยที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในการทดลองปีที่ 1 และ 2 แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของผลผลิตเฉลี่ยหัวมันสำปะหลังสด จึงอนุมานได้ว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง หรือการลดและเพิ่มอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนจากอัตราแนะนำ ไม่ทำให้ผลผลิตของหัวมันสำปะหลังสดมีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำมีแนวโน้มที่ให้ผลผลิตดีที่สุด โดยเฉพาะในแปลงทดลองที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำจะให้ผลผลิตสูงที่สุด ดังแสดงในกราฟเปรียบเทียบในภาพที่ 35 และ ภาพที่ 36 ซึ่งแสดงภาพรวมของผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังเฉลี่ยตามการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำและอัตราอื่นๆ โดยไม่อาจใช้เป็นภาพเปรียบเทียบระหว่างแปลงทดลองได้ เนื่องจากชุดดิน สภาพภูมิอากาศ พันธุ์มันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่นำเสนอในภาพเดียวกันเพื่อให้เห็นเป็นภาพรวม ทั้งนี้ตัวเลขแสดงผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่) ของตัวรับนั้นๆ หากเป็นตัวเลขสีแดงแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่งในแปลงทดลองนั้น

เช่นเดียวกับผลผลิตเฉลี่ยหัวมันสำปะหลังสด แป้งเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังจากการทดลองเกือบทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในการทดลองบนชุดดินวารินเท่านั้น ที่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง ทั้งนี้ แป้งเปอร์เซ็นต์แป้งไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจนว่ามีความเกี่ยวข้องกับอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจากเมื่อมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน แป้งเปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลัง ไม่ได้แสดงแนวโน้มว่าจะเพิ่มหรือลดไปในทิศทางเดียวกันในแต่ละแปลงทดลอง จึงพออนุมานได้ว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังโดยตรง

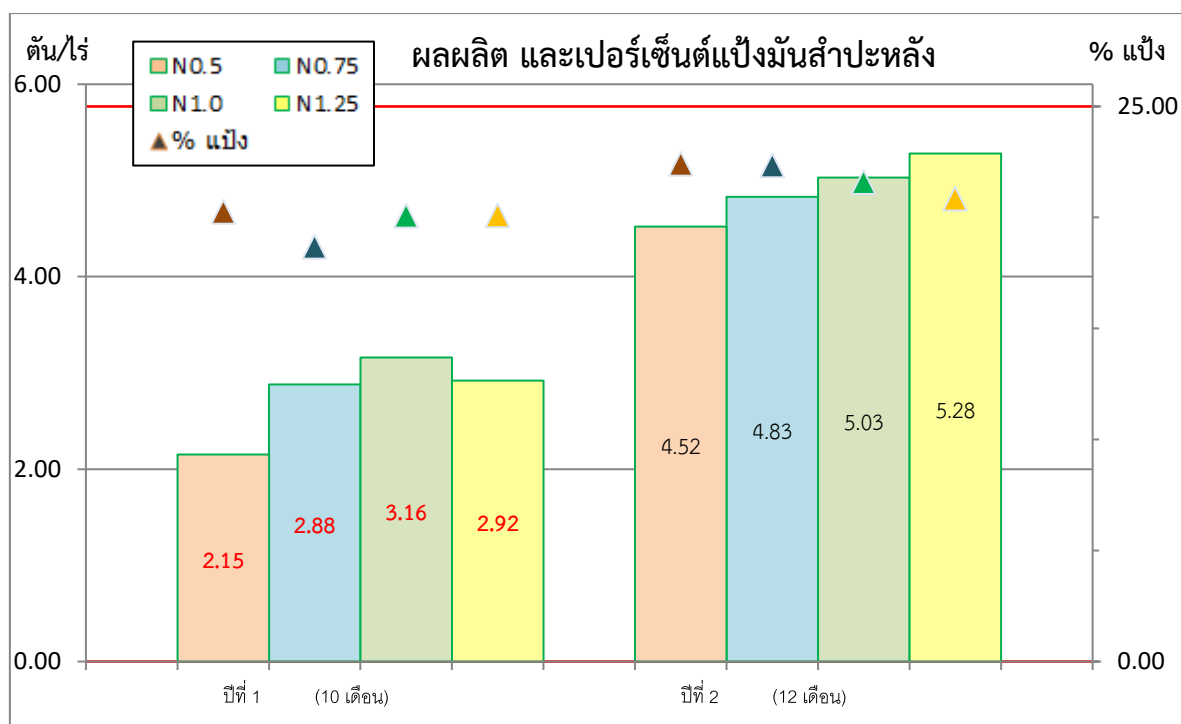
ในการทดลองบนชุดดินหุบกะพงเป็นเวลา 2 ปี พบว่าผลผลิตมีการเพิ่มขึ้นอย่างมากในปีที่สองของการทดลอง ซึ่งอาจสืบเนื่องจากปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันของแต่ละปี (ภาพที่ 37) ขณะที่การทดลองบนชุดดินปึกธงชัยเป็นเวลา 3 ปี พบว่าผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 38) ซึ่งทั้งสองแปลงทดลองแสดงแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจะให้ผลผลิตดีที่สุด ซึ่งเป็นข้อมูลยืนยันได้ในระดับหนึ่งว่า การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังบนดินร่วนปนทรายสามารถนำไปใช้งานได้จริง และควรได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกรต่อไป



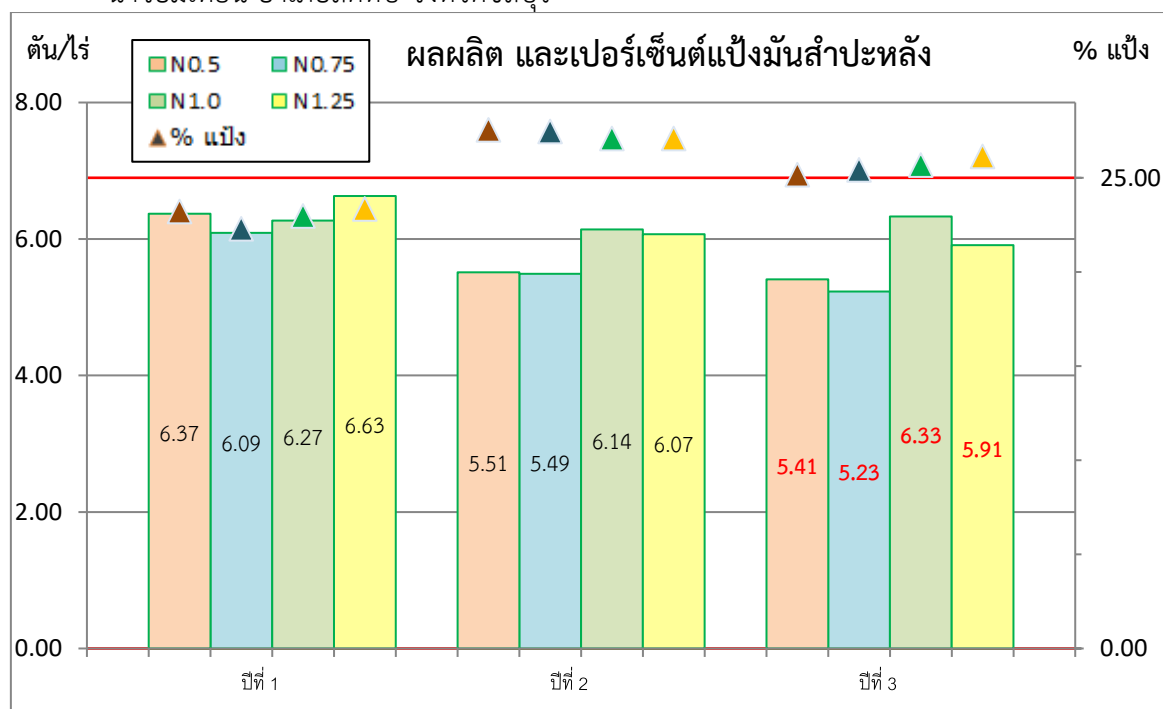
ภาพที่ 35 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 10 ที่ปลูกบนดินร่วนหยาบปนทราย (กลุ่มชุดดินที่ 40) และอายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน (ชุดดินปักธงชัย)



ภาพที่ 36 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน ที่ปลูกบนดินทราย (ชุดดินน้ำพอง) และดินร่วนเหนียว (ชุดดินวังสะพุง) และ อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนที่ปลูกบนดินร่วนละเอียดปนทราย (ชุดดินวาริน)



ภาพที่ 37 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน (ปีที่ 1) และ อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน (ปีที่ 2) ที่ปลูกบนดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินหุบกะพง) ในพื้นที่ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 38 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน ที่ปลูกบนดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินปึกธงชัย) ในพื้นที่ตำบลตะแบกบาน อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

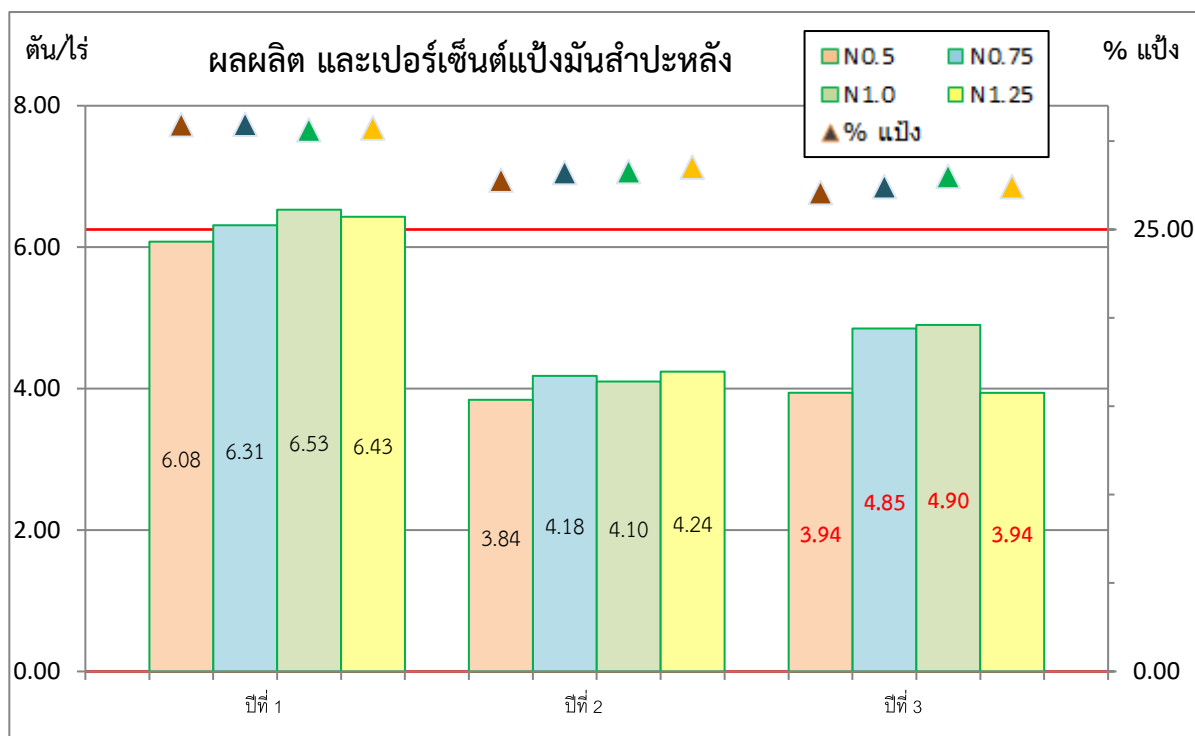
### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังบนดินร่วนเหนียว

ดินร่วนเหนียว เป็นหนึ่งในดินหลักๆ ที่ใช้ประโยชน์ในการปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากมีการระบายน้ำดี ร่วนซุยง่าย ทำให้ง่ายต่อการปลูก การลงหัวของมันสำปะหลัง กระทั่งถึงการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม ดินร่วนเหนียวมักมีปัญหาเรื่องการเตรียมดิน เนื่องจากดินร่วนเหนียวหากได้รับน้ำมากเกินไปจะทำให้เหนียวและไถพรวนลำบาก และอาจทำให้เกิดการอัดตัวแน่นใต้ชั้นไถพรวน นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดเรื่องความอุดมสมบูรณ์ด้วย ขณะที่ชั้นดานเนื่องจากการไถพรวนเป็นปัญหาที่มีความสำคัญลำดับรองๆ ลงมา โดยมากปัญหาดานที่พบมักอยู่บริเวณใกล้ผิวดินที่เป็นลักษณะการอัดตัวแน่นของดิน เนื่องจากไถขณะที่ดินมีความชื้นสูงและมีการกดผลไถไม่ลึกเพียงพอ ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคต่อการซาบซึมน้ำและทำให้เกิดสภาพน้ำขังใต้ผิวดินได้ เช่นเดียวกันกับชั้นดานเนื่องจากการไถพรวนแต่อยู่ตื้นกว่า ในประเด็นศึกษาเรื่องการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังในดินร่วนเหนียว ได้จัดทำแปลงทดลองในดินร่วนเหนียว 3 แปลง แบ่งเป็น ดินร่วนเหนียวที่ลึกปานกลาง 2 แปลง (ชุดดินวังสะพุง) และดินร่วนเหนียวที่ลึกมาก 1 แปลง (ชุดดินโชคชัย)

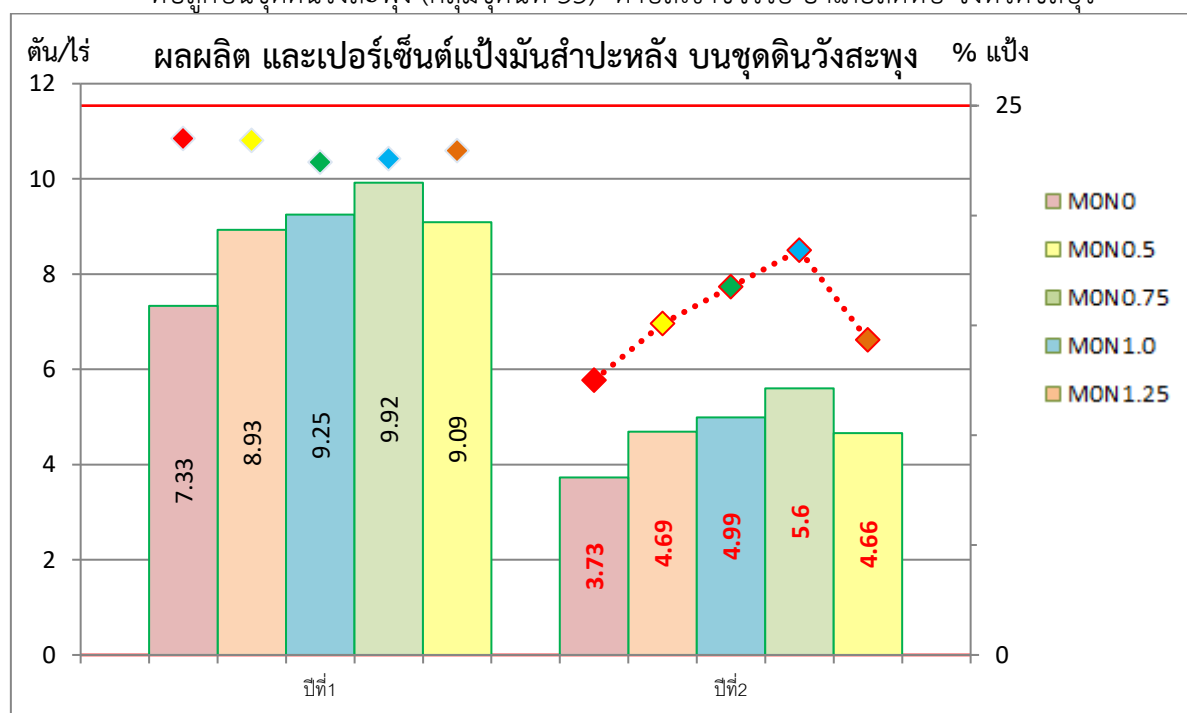
ชุดดินวังสะพุงที่ดำเนินการ ณ ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ได้ทำการทดลอง 3 ปี โดยใช้แผนการทดลองแบบ Split plot ใน Randomized Complete Block ใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ส่วนชุดดินวังสะพุงที่ดำเนินการ ณ ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ดำเนินการ 2 ปี ใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง เนื่องจากดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงถึงร้อยละ 2.10 ถ้าใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์จะมีปริมาณมากกว่าปริมาณไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งทำให้ดำเนินการทดลองไม่สามารถเปรียบเทียบได้ในทางสถิติตามหลักการที่ตั้งไว้ ในทำนองเดียวกัน ชุดดินโชคชัยที่ดำเนินการ ณ ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา ก็ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ดำเนินการ 3 ปี ใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และมีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังสดอายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน มีทั้งการทดลองที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่งของผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและแบ่งในมันสำปะหลัง และการทดลองที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตและแบ่งในมันสำปะหลัง

อย่างไรก็ตาม เมื่อได้ทำเป็นกราฟเปรียบเทียบผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แบ่งในมันสำปะหลังของแต่ละแปลงทดลอง พบแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำมีแนวโน้มที่ให้ผลผลิตดีที่สุด ดังแสดงในกราฟเปรียบเทียบในภาพที่ 39 ถึงภาพที่ 40 ซึ่งแสดงภาพรวมของผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวมันสำปะหลังเฉลี่ยตามการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำและอัตราอื่นๆ ของการทดลองในแปลงทดลองเดียวกัน แต่ต่างปีการทดลอง ทั้งนี้ตัวเลขแสดงผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่) ของตำรับนั้นๆ หากเป็นตัวเลขสีแดงแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญถึงมีนัยสำคัญยิ่งในแปลงทดลองนั้น

เช่นเดียวกับผลผลิตเฉลี่ยหัวมันสำปะหลังสด เปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวมันสำปะหลังของแต่ละการทดลองมีผลทางสถิติที่ต่างกันไป คือ ทั้งมีความแตกต่างทางสถิติและไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ทำให้ไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจนว่าเปอร์เซ็นต์แบ่งในมันสำปะหลังมีความเกี่ยวข้องกับอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ห้วยบง ให้เปอร์เซ็นต์แบ่งสูงกว่ามาตรฐาน (ร้อยละ 25) เสมอ ไม่ว่าผลผลิตจะสูงหรือต่ำอย่างไร ขณะที่เปอร์เซ็นต์แบ่งของระยอง 72 มีความผันแปรตามสภาพของผลผลิตด้วย ซึ่งผิดจากการทดลองในดินร่วนปนทราย ที่เปอร์เซ็นต์แบ่งของระยอง 72 ค่อนข้างอยู่ในเกณฑ์สูงกว่ามาตรฐานเสมอ ซึ่งอาจเป็นผลอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปพิจารณาในการเลือกใช้พันธุ์มันสำปะหลังให้เหมาะสมกับดินได้

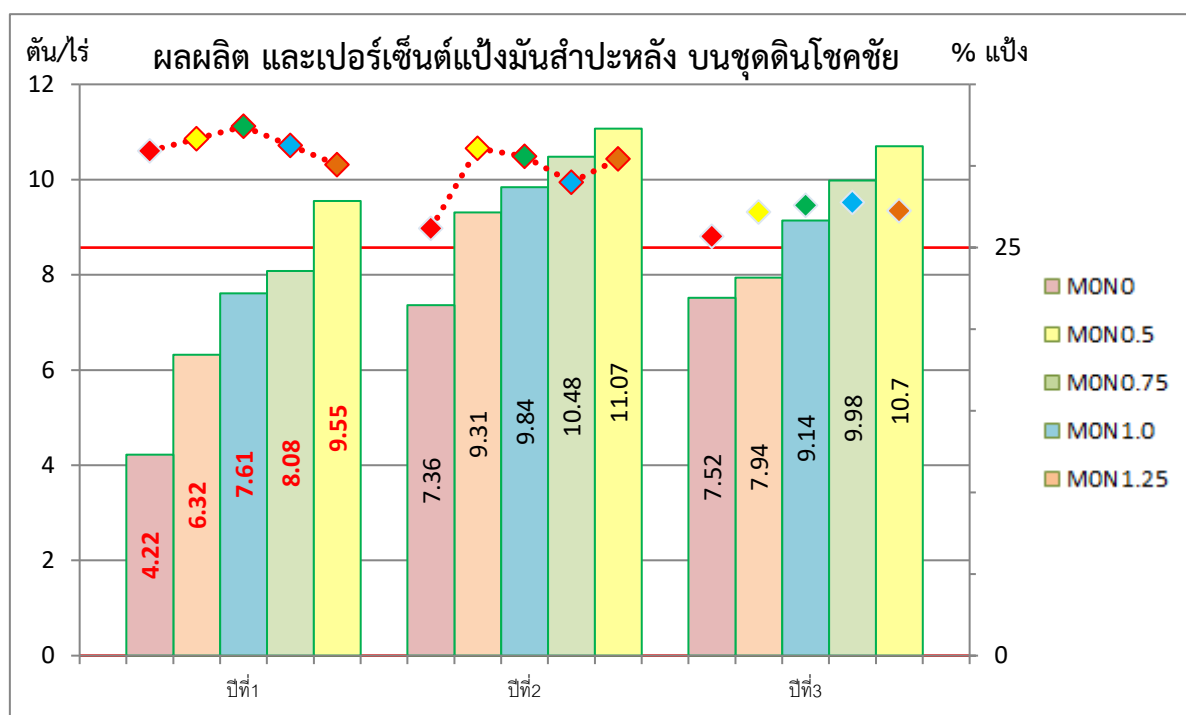


ภาพที่ 39 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน ที่ปลูกบนชุดดินวังสะพุง (กลุ่มชุดดินที่ 55) ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 40 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 72 อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน ที่ปลูกบนชุดดินวังสะพุง (กลุ่มชุดดินที่ 55) ตำบลปากช่อง อำเภopakช่อง จังหวัดนครราชสีมา

การทดลองบนชุดดินโซคชัย เป็นการทดลองที่พิเศษกว่าการทดลองอื่นภายใต้โครงการ เพราะเป็นการทดลองเดียวที่มีระบบการชลประทานแบบน้ำหยดร่วมด้วย ซึ่งผลการทดลอง แม้จะพบความไม่สอดคล้องกันของผลวิเคราะห์ทางสถิติ คือ ในปีการทดลองแรกมีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในปีที่ 2 และ 3 กลับไม่พบความแตกต่างในทางสถิติ อย่างไรก็ตาม จากรูปกราฟที่ 36 แสดงให้เห็นแนวโน้มของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น และเป็นไปในทำนองเดียวกันทั้ง 3 ปีการทดลอง ซึ่งพอจะอนุมานได้ว่า ผลผลิตของมันสำปะหลังสดจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นในสภาพที่มีการให้น้ำ แต่ในการทดลองนี้ยังไม่สามารถระบุได้ว่า ความเกี่ยวพันดังกล่าวจะเป็นไปจนถึงระดับใดของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและการให้น้ำ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลัง ไม่ได้มีแนวโน้มที่สอดคล้องในลักษณะดังกล่าวด้วย และยังไม่สามารถตอบได้ว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะใดกับการอัตราใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

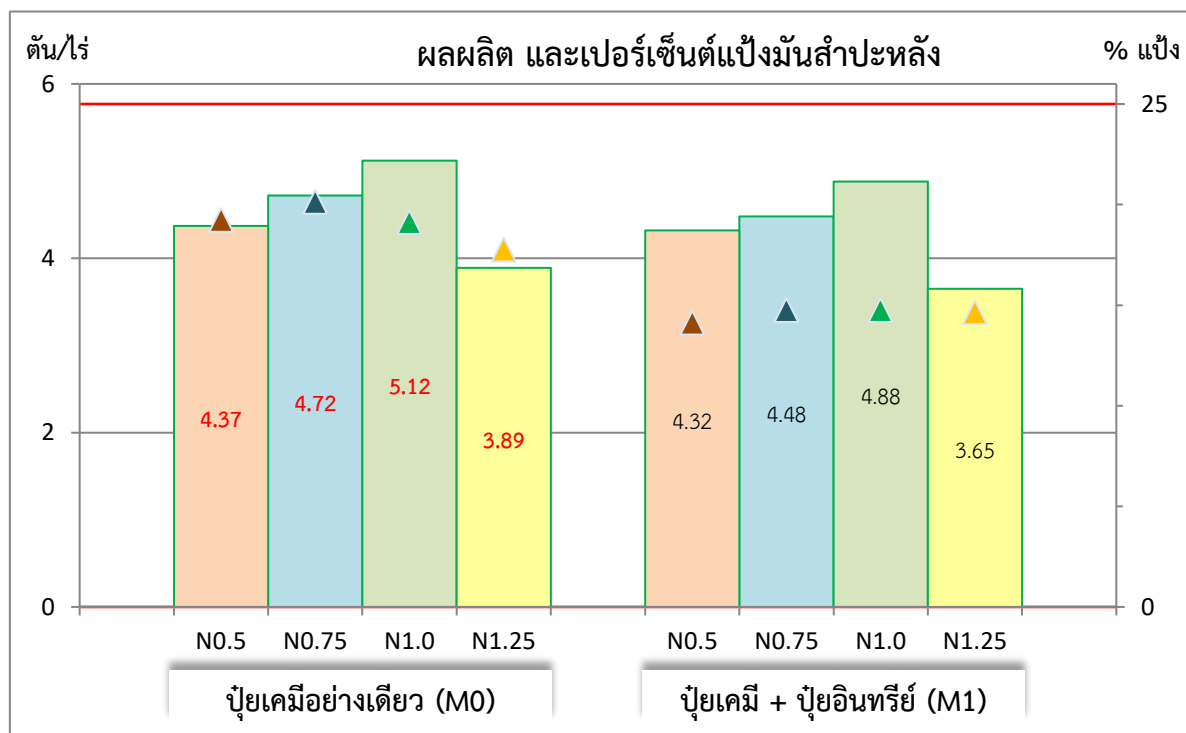


ภาพที่ 41 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง พันธุ์หัวยบง อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน มีระบบชลประทานแบบน้ำหยด ที่ปลูกบนชุดดินโซคชัย (กลุ่มชุดดินที่ 29) ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังบนดินทราย

ดินทราย มักนิยมใช้ประโยชน์ในการปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากมีการระบายน้ำดี ร่วนซุยง่าย ทำให้ง่ายต่อการปลูก การลงหัวของมันสำปะหลัง กระทั่งถึงการเก็บเกี่ยว และมักเป็นดินที่มีปัญหาหากนำไปปลูกพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งดินทรายมีข้อจำกัดเรื่องความอุดมสมบูรณ์ ดินอุ้มน้ำและธาตุอาหารได้น้อย ทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารได้ง่าย ซึ่งต้องมีการจัดการอินทรีย์วัตถุในดินอย่างจริงจังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ในประเด็นศึกษาเรื่องการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังในดินทราย ได้จัดทำแปลงทดลองในดินทราย 1 แปลง บนชุดดินน้ำพอง โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด เมื่อให้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ซึ่งจากผลการทดลอง 1 การทดลองยังไม่อาจสรุปทิศทางของการใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้ว่า จะให้ผลในทำนองเดียวกันบนดินทรายในพื้นที่อื่นๆ หรือไม่ แต่หากประมวลจากดินร่วนหยาบปน

ทรายแล้ว ดินทรายอาจมีผลในทำนองเดียวกันคือ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจะให้ผลผลิตมันสำปะหลังที่ดีที่สุด



ภาพที่ 42 น้ำหนักหัวมันสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน ที่ปลูกบนชุดดินน้ำพอง (กลุ่มชุดดินที่ 44) ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอหนองเมือง จังหวัดนครราชสีมา

การทดลองให้ปุ๋ยมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับไนโตรเจนเป็นหลัก และผันแปรไนโตรเจนไปตามสัดส่วนเพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรม ในขณะที่ วลัยและคณะ (2560) ได้รายงานถึงผลการใช้ปุ๋ยในมันสำปะหลังในสูตรต่างๆ ซึ่งผลผลิตมันสำปะหลังที่สูงจะพบในสูตรปุ๋ยที่ใกล้เคียงกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 16-8-16, 24-8-16, 16-16-16 และ 16-8-24 ซึ่งให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยสูตร 16-8-24 ให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บรรลพและคณะ (2561) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยสังเคราะห์สูตร 32-9-27 อัตรา 68 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแสดงถึงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีความเหมาะสมอยู่แล้วสอดคล้องกับผลงานวิจัยนี้

ในกรณีของการศึกษาการผันแปรปริมาณไนโตรเจนจากผลงานวิจัยนี้ที่พบว่าทำให้ไนโตรเจนตามคำแนะนำมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุดแล้ว แม้มีบ้างในบางดินที่พบว่ายังสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้เมื่อมีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจน ซึ่งสอดคล้องกับ สุวลักษณ์ (2555) ซึ่งทดลองปรับลดปุ๋ยไนโตรเจนลงตามสัดส่วนในดินที่มีฟอสฟอรัสเพียงพอ และมีการใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ร่วมด้วย และพบว่าทำให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด และเมื่อร่วมกับปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์จะช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้

### 3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับถั่ว

ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เป็นพืชตระกูลถั่วเศรษฐกิจของไทย แม้มีพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่เศรษฐกิจชนิดอื่นๆ แต่ก็ยังเป็นพืชไร่นาอันดับต้นๆ ที่มีการคำนึงถึงเมื่อต้องการหาพืชทดแทนพืชไร่เศรษฐกิจหลัก รวมถึงการใช้เป็นพืชที่ใช้ปลูกหลังการไถนา คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วนี้มักไม่ได้รับความสนใจมากนัก โดยเฉพาะคำแนะนำเกี่ยวกับปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจากพืชตระกูลถั่วจะมีเชื้อไรโซเบียมที่จำเพาะตามชนิดของถั่วช่วยในการตรึงไนโตรเจนให้อยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตาม การวิจัยเพื่อทดสอบการให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับพืชตระกูลถั่ว ควรได้มีการทดสอบซ้ำเพื่อหาความแตกต่างในดินที่มีเนื้อดินที่แตกต่างกัน ดังนั้น การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามคำวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว จึงดำเนินการบนเนื้อดินทราย ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว ดินเหนียวดำ และดินเหนียวแดง รวม 10 แปลงทดลองในแต่ละปี โดยแยกการศึกษาเป็น 2 รูปแบบการทดลอง คือ การทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่ว ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามคำวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (ทงศ์ศักดิ์ ประะไทย) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ดัดแปลงผลการทำแปลงทดลอง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามคำวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทำแปลงทดลองที่หลากหลายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. ในการทดสอบการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำวิเคราะห์ดิน พบว่า แปลงทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่ขณะเดียวกันก็พบว่า ผลการทดลองที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ มักมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of variation : CV) ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในถั่วเหลือง ส่วนแปลงทดลองถั่วเหลืองที่มีค่า CV อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ พบว่า การได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองสูงขึ้น ทั้งในดินเหนียวสีดำซึ่งมักเป็นการปลูกถั่วเหลืองหลังการไถนา และในดินเหนียวดอนสีแดงซึ่งสามารถปลูกถั่วเหลืองได้ในฤดูฝน ขณะที่แปลงทดลองในถั่วลิสงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจนของการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนจะมีผลให้ผลผลิตสูงขึ้น ดังนั้น ในเบื้องต้นมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถปรับคำแนะนำสำหรับถั่วเหลือง ให้มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในดินเหนียวสีดำในที่ลุ่ม และดินเหนียวสีแดงในที่ดอน อย่างน้อย 1.5 เท่าของคำแนะนำปกติ แต่อย่างไรก็ตามควรได้มีการศึกษาให้เกิดความชัดเจนเสียก่อนในประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้

1.1 ผลการทดลองดังกล่าว เกิดขึ้นในสภาพที่ไรโซเบียมทำงานตามปกติ แต่ด้วยข้อจำกัดบางประการส่งผลให้ไรโซเบียมไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้มากเพียงพอที่ถั่วเหลืองต้องการ

1.2 ผลการทดลองดังกล่าว มีโอกาสหรือไม่ที่จะเกิดในลักษณะเดิม เมื่อมีการทดลองซ้ำในปีถัดๆ มา และในดินที่มีลักษณะเดียวกัน

1.3 การทดลองในดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว และดินทราย ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรสูงนั้น หากทำการทดลองซ้ำ จะได้ผลในทำนองใด ระหว่าง สอดคล้องกับการทดลองในดินเหนียว หรือไม่

สอดคล้องกับการทดลองในดินเหนียว ซึ่งจะส่งผลต่อการกำหนดเงื่อนไขของการให้คำแนะนำปุ๋ยรายแปลง เมื่อมีการเลือกชนิดดินที่แตกต่างกัน

1.4 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในลักษณะของแปลงทดสอบ เพื่อประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เพื่อพิสูจน์ว่า การเพิ่มไนโตรเจนในคำแนะนำให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่

2. ในการทดสอบการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับต่างๆ ด้วยรูปแบบของการใช้ร่วมกันตามแบบ Factorial พบว่ามีอิทธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิดอยู่บ้าง (5 การทดลองใน 20 การทดลอง) และพบในลักษณะที่มีการกระจายตัว ไม่เฉพาะในเนื้อดินใดเนื้อดินหนึ่ง แม้ในแปลงทดลองเดิมที่ทำซ้ำก็ไม่พบอิทธิพลร่วมในลักษณะดังกล่าวอีกในถัดมา รวมถึงแปลงทดลองที่พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมก็ไม่ได้แสดงอิทธิพลร่วมไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจึงไม่อาจสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกันมีอิทธิพลร่วมกัน ซึ่งในคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงยังไม่ได้คำนึงถึงอิทธิพลร่วมดังกล่าวอยู่แล้ว จึงยังไม่มีคามจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมในเรื่องอิทธิพลร่วมของปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับถั่ว

3. ผลการทดลองการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราต่างๆ กัน พบเพียงสามแปลงเท่านั้นที่มีความแตกต่างทางสถิติ จากทั้งหมด 20 แปลงทดลอง แม้จะพบว่าแนวโน้มที่การได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสมากขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นแต่เป็นแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน ขณะที่ความแตกต่างทางสถิติของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส ไม่ปรากฏซ้ำในการทดลองซ้ำในปีที่ 2 (แต่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน) จึงไม่อาจสรุปผลของความแตกต่างของผลผลิตเมื่อมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่แตกต่างกันได้อย่างมีความเชื่อถือ จึงเห็นควรให้ยืนยันในคำแนะนำเดิมของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงไว้เช่นเดิม เพราะเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้นไม่สะท้อนถึงผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ขณะที่การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสลดลง แม้จะไม่พบความแตกต่างในเรื่องผลผลิตตามค่าสถิติ แต่การลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสลงอาจมีความเสี่ยงที่จะได้ผลผลิตที่ลดลงได้ โดยสังเกตจากค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร ที่มีค่าค่อนข้างสูงในหลายๆ แปลงทดลอง

4. ผลการทดลองการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราต่างๆ กัน พบเพียงหนึ่งแปลงเท่านั้นในดินเหนียวสีแดงในพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่แปลงทดลองอื่นๆ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด และไม่พบว่ามีแนวโน้มไปทางใดทางหนึ่ง ขณะที่ความแตกต่างทางสถิติของการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมปรากฏในการทดลองซ้ำในปีที่ 2 และมีแนวโน้มไปในทิศทางตรงกันข้ามกับในปีแรกของการทดลอง จึงไม่อาจสรุปผลของความแตกต่างของผลผลิตเมื่อมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกันได้อย่างมีความเชื่อถือ จึงเห็นควรให้ยืนยันในคำแนะนำเดิมของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงไว้เช่นเดิม เพราะเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้นไม่สะท้อนถึงผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ขณะที่การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมลดลง แม้จะไม่พบความแตกต่างในเรื่องผลผลิตตามค่าสถิติ แต่การลดปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมลงอาจมีความเสี่ยงที่จะได้ผลผลิตที่ลดลงได้ โดยสังเกตจากค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร ที่มีค่าค่อนข้างสูงในหลายๆ แปลงทดลอง

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

ในปีที่ 1 ของการวิจัย ได้ศึกษาอัตราคำแนะนำปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับถั่วในพื้นที่ที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน 5 เนื้อดิน ประกอบด้วย เนื้อดินทราย ร่วนทราย ร่วนเหนียว เหนียวดำและเหนียวแดง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ 7 ดำรับการทดลอง ประกอบด้วย แปลงควบคุม (Control) ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าของคำแนะนำ (MON0.5) ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีอัตรา 1.0 เท่าของคำแนะนำ (MON1.0) ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีอัตรา 1.5 เท่าของคำแนะนำ (MON1.5) ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมีอัตรา 0.5 เท่าของคำแนะนำ (M1N0.5) ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมีอัตรา 1.0 เท่าของคำแนะนำ (M1N1.0) ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมีอัตรา 1.5 เท่าของคำแนะนำ (M1N1.5)

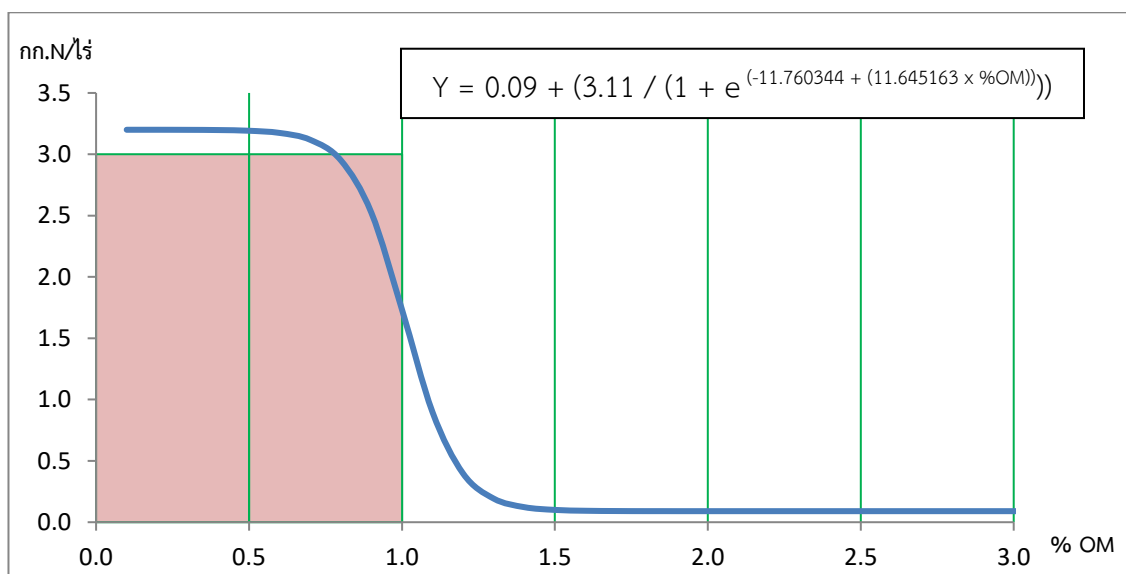
ในปีที่ 2 และ 3 ของการวิจัย ได้ศึกษาอัตราคำแนะนำปริมาณใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสมในพื้นที่ในที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน 5 เนื้อดิน ประกอบด้วย เนื้อดินทราย ร่วนทราย ร่วนเหนียว เหนียวดำและเหนียวแดง โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial 3x3 รวม 9 ดำรับการทดลอง คือ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 3 ระดับ และปุ๋ยโพแทสเซียม 3 ระดับ ทั้งนี้ระดับของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในแต่ละแปลงทดลองอาจไม่เท่ากันขึ้นกับผลวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองนั้นๆ โดยยึดค่าเชิงคุณภาพของดินที่วิเคราะห์ได้เป็นตัวกำหนดปุ๋ย จากนั้นจึงเพิ่มปุ๋ยนั้นในอีกสองระดับโดยคูณด้วย 0.5 เท่า และ 2.0 เท่า (P1K1, P1K2, P1K3, P2K1, P2K2, P2K3, P3K1, P3K2, P3K3) โดยดำรับที่ P2K2 คืออัตราปุ๋ยตามคำแนะนำ ดังนั้น ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงมีอัตราอยู่ที่ 0, 3, 6, 9, 12 กก.  $P_2O_5$  /ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมมีอัตราอยู่ที่ 0, 3, 6, 9 กก.  $K_2O$  /ไร่

สำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชตระกูลถั่วของกรมวิชาการเกษตร แสดงไว้ในตารางที่ 19 ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้มีการดัดแปลงให้เป็นรูปสมการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ดินในเชิงปริมาณ ที่ค่าวิเคราะห์ดินมีความละเอียดในเชิงตัวเลข และคำแนะนำที่ได้จะมีการลดทอนหรือเพิ่มขึ้นจากคำแนะนำในเชิงคุณภาพที่มีอยู่เดิม โดยสามารถเทียบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (กรณีใช้โรโซเปียม) ได้ตามกราฟ ในภาพที่ 43 การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส ได้ตามกราฟในภาพที่ 44 และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม ได้ตามกราฟในภาพที่ 45 ทั้งนี้สมการที่แสดงในภาพ ได้มาจากการถอดสมการในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 และการทดลองนี้มีผลในการพิสูจน์ว่า สมการนี้ มีความถูกต้อง และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือควรมีการปรับปรุงอย่างไร สำหรับการสร้างสมการนี้ เป็นการใช้ข้อมูลจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างสมการโลจิสติกส์ จากนั้นใช้โปรแกรม excel ในการปรับแต่งเส้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำเดิมมากที่สุด

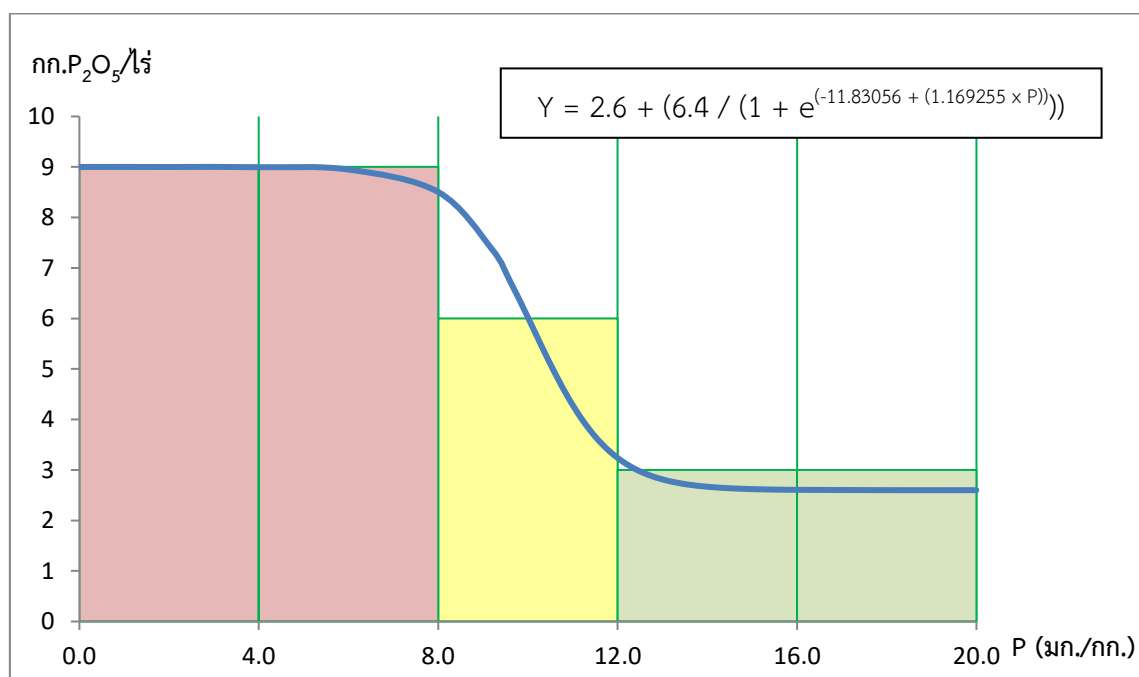
**ตารางที่ 19** คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร

| ค่าวิเคราะห์ดิน                         | อัตราการใช้ปุ๋ย     |                 |
|-----------------------------------------|---------------------|-----------------|
|                                         | ใช้โรโซเปียม        | ไม่ใช้โรโซเปียม |
| <b>ปริมาณอินทรีย์วัตถุ</b>              |                     |                 |
| ต่ำกว่าร้อยละ 1                         | 0-3 กก.N/ไร่        | 12-20 กก.N/ไร่  |
| ร้อยละ 1 – 2                            | 0 กก.N/ไร่          | 9-15 กก.N/ไร่   |
| มากกว่าร้อยละ 2                         | 0 กก.N/ไร่          | 6-10 กก.N/ไร่   |
| <b>ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์</b>    |                     |                 |
| ต่ำกว่า 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม          | 9 กก. $P_2O_5$ /ไร่ |                 |
| 8 -12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม              | 6 กก. $P_2O_5$ /ไร่ |                 |
| มากกว่า 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 3 กก. $P_2O_5$ /ไร่ |                 |
| <b>ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้</b> |                     |                 |
| ต่ำกว่า 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 6 กก. $K_2O$ /ไร่   |                 |
| 40 - 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม            | 3 กก. $K_2O$ /ไร่   |                 |
| มากกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 0 กก. $K_2O$ /ไร่   |                 |

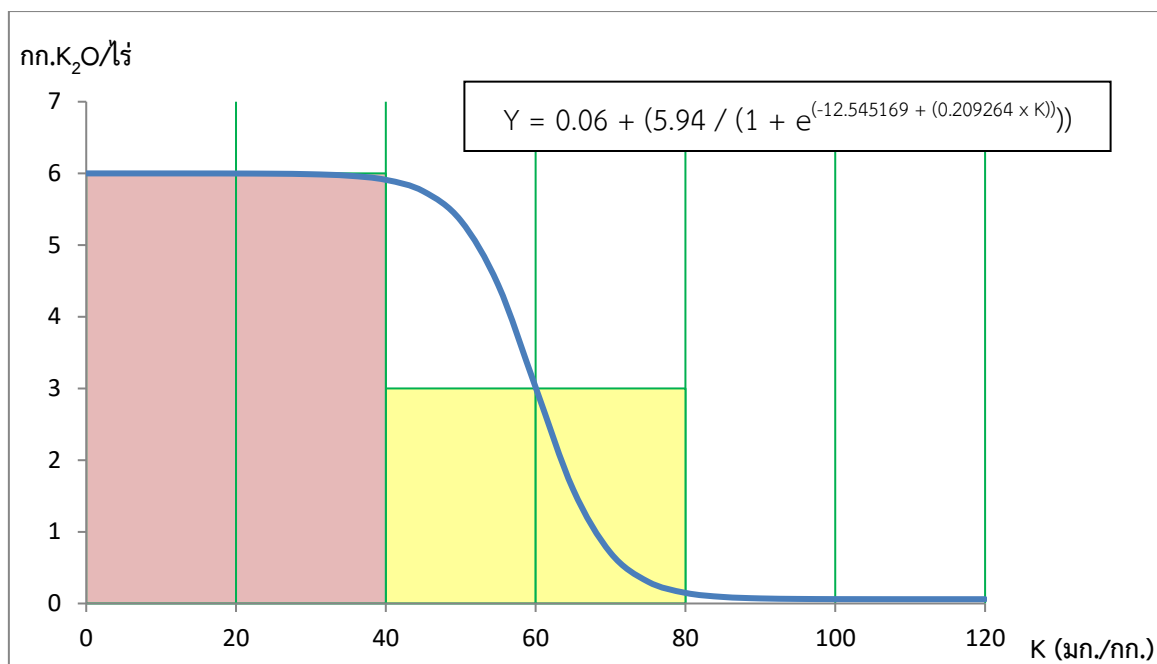
ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 43 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วของกรมวิชาการเกษตรกรณีใช้โรโซเปียม (กราฟแท่ง)



ภาพที่ 44 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)



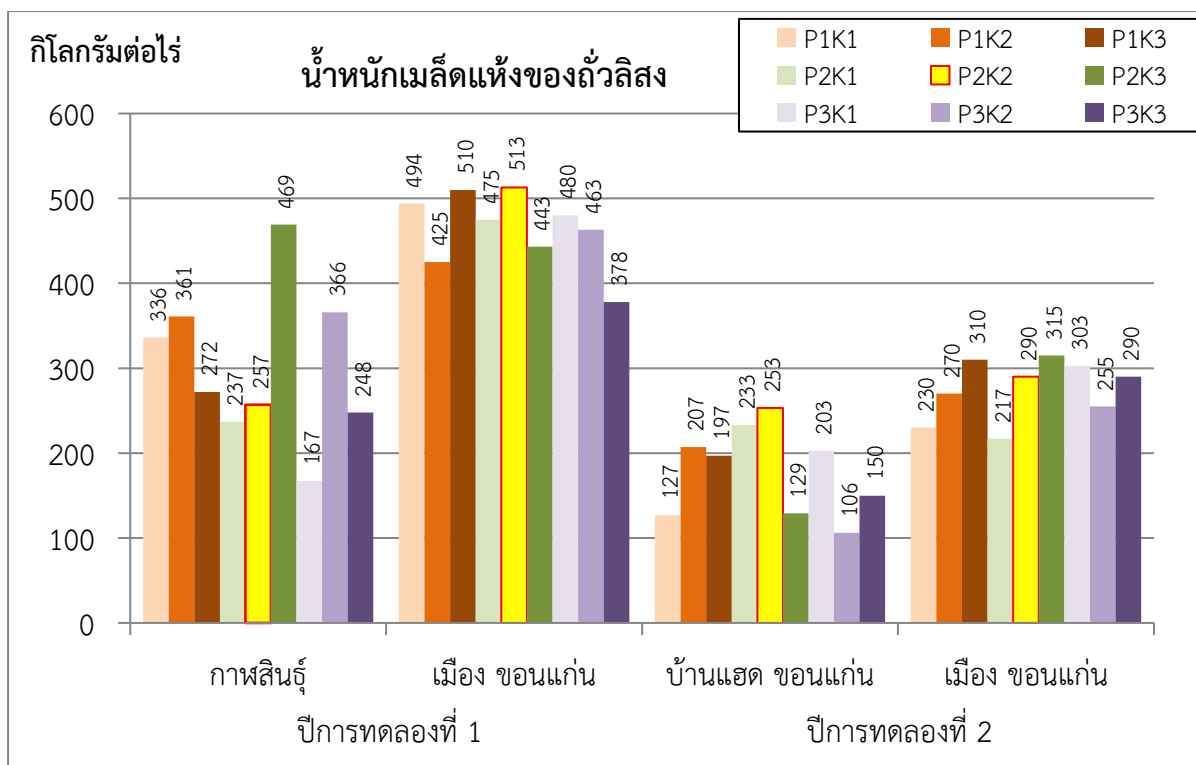
ภาพที่ 45 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งดัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วบนดินทราย

การทดลองเพื่อศึกษาการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่วในดินทราย เกิดปัญหาโรคแมลงรบกวน ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ จึงมีเฉพาะผลการทดลองคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม จำนวน 2 แปลงๆ ละ 2 ปี รวม 4 การทดลอง โดยใช้ถั่วลิสงเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากเป็นถั่วที่มีการเพาะปลูกในพื้นที่นั้นๆ และเป็นการทดลองในดินทราย ทั้ง 4 แปลง ซึ่งผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าการทดลอง โดยพบว่ามียธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยเพียงหนึ่งการทดลองจากทั้งหมด 4 การทดลอง ดังตารางที่ 20 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 46

ตารางที่ 20 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินทราย

| ปีการทดลอง | จังหวัด             | ชนิดพืช  | ปริมาณฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณโพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV (%) |
|------------|---------------------|----------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------|
| 2557       | กาฬสินธุ์           | ถั่วลิสง | ns                 | ns                   | *                               | 27.98  |
|            | ขอนแก่น (อ.เมือง)   | ถั่วลิสง | ns                 | ns                   | ns                              | 18.66  |
| 2558       | ขอนแก่น (อ.บ้านแฮด) | ถั่วลิสง | ns                 | ns                   | ns                              | 44.88  |
|            | ขอนแก่น (อ.เมือง)   | ถั่วลิสง | ns                 | ns                   | ns                              | 19.42  |



ภาพที่ 46 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสงจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนปนทราย

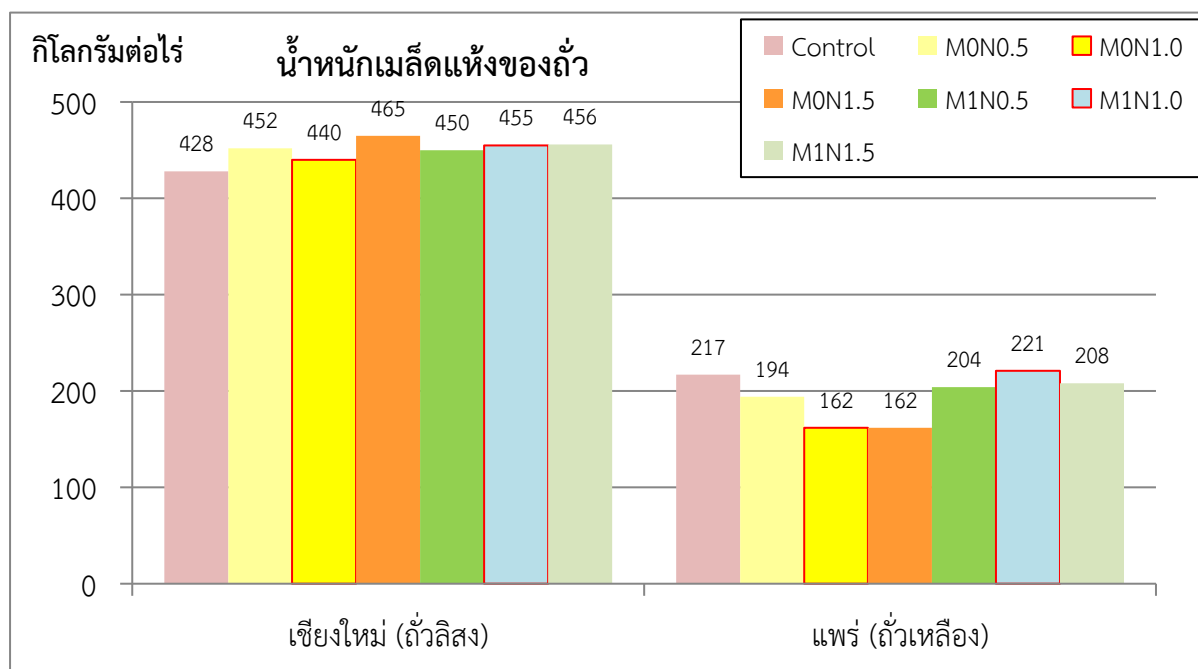
แม้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลผลิต แต่มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ( $P_2K_2$ ) จะให้ผลผลิตในเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยมีผลผลิตสูงที่สุดใน 2 แปลงทดลอง และมีผลผลิตในเกณฑ์สูงในการทดลองในปีที่ 2 ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ยกเว้นการทดลองในจังหวัดกาฬสินธุ์เท่านั้นที่ให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลให้ผลการทดลองแสดงถึงความแปรปรวนของข้อมูล

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วบนดินร่วนปนทราย

การทดลองเพื่อศึกษาการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่วในดินร่วนปนทราย มีการจัดทำแปลงทดลอง 3 แปลง ในพื้นที่จังหวัดน่าน จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดแพร่ ซึ่งแปลงทดลองในพื้นที่จังหวัดน่าน ถูกโรคแมลงรบกวนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ จึงคงเหลือผลการทดลอง 2 แปลง ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดแพร่ โดยในจังหวัดเชียงใหม่ใช้ถั่วลิสงเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว และในจังหวัดแพร่ ใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว ซึ่งผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตำรับการทดลอง ดังตารางที่ 21 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 47

ตารางที่ 21 ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินร่วนปนทราย

| จังหวัด   | ชุดดิน        | ชนิดพืช    | ระดับความแตกต่างทางสถิติ | CV (%) |
|-----------|---------------|------------|--------------------------|--------|
| เชียงใหม่ | สันทราย (Sai) | ถั่วลิสง   | ns                       | 3.82   |
| แพร่      | แพร่ (Pae)    | ถั่วเหลือง | ns                       | 34.57  |



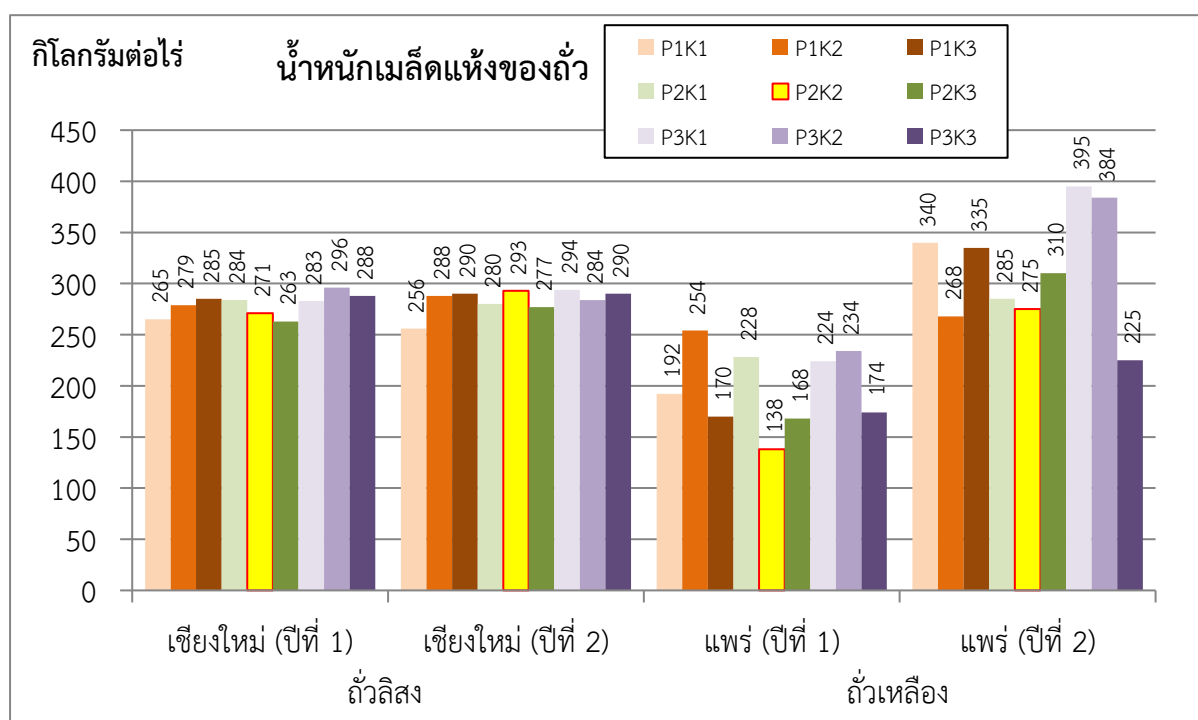
ภาพที่ 47 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วลิสง (เชียงใหม่) และถั่วเหลือง (แพร่) จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนปนทราย

จากการทดลองในดินร่วนปนทราย ไม่พบความแตกต่างทางสถิติจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำ ทั้งนี้เนื่องจากผลของการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม แม้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีก็ไม่ส่งผลต่อผลผลิต ดังนั้น ในดินร่วนปนทราย ยังคงไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการใช้ฟังก์ชันการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีในกรณีของปุ๋ยไนโตรเจนก็ยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ

สำหรับผลการทดลองคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมบนดินร่วนปนทราย ได้ทำแปลงทดลอง จำนวน 2 แปลงๆ ละ 2 ปี รวม 4 การทดลอง โดยในการทดลองใช้ถั่วลิสงเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่จังหวัดแพร่ ซึ่งผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแปลงปลูกถั่วลิสงปี 2557 เมื่อมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่แตกต่างกัน และส่งผลถึงอิทธิพลร่วมของปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมด้วย แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน และเมื่อทำซ้ำในปี 2558 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตำรับการทดลอง ขณะที่การทดลองในถั่วเหลืองพื้นที่จังหวัดแพร่ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตำรับการทดลองทั้งสองปีการวิจัย โดยพบว่ามีอิทธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญในปี 2558 ดังตารางที่ 22 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 48

ตารางที่ 22 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินร่วนปนทราย

| ปีการทดลอง | จังหวัด   | ชุดดิน        | ชนิดพืช    | ปริมาณฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณโพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV (%) |
|------------|-----------|---------------|------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------|
| 2557       | เชียงใหม่ | สันทราย (Sai) | ถั่วลิสง   | *                  | ns                   | *                               | 3.69   |
|            | แพร่      | แพร่ (Pae)    | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 27.15  |
| 2558       | เชียงใหม่ | สันทราย (Sai) | ถั่วลิสง   | ns                 | ns                   | ns                              | 6.45   |
|            | แพร่      | แพร่ (Pae)    | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | *                               | 21.31  |



ภาพที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนปนทราย

แม้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยผลผลิตถั่วลิสง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่แตกต่างกัน แต่ในภาพรวมแล้วผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงบนดินร่วนปนทรายแทบไม่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะเมื่อมีการทดลองซ้ำในปีที่ 2 ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยผลผลิตถั่วลิสง และการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ ( $P_2K_2$ ) ยังแสดงถึงการให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์สูง ดังนั้น การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วลิสงในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจึงยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

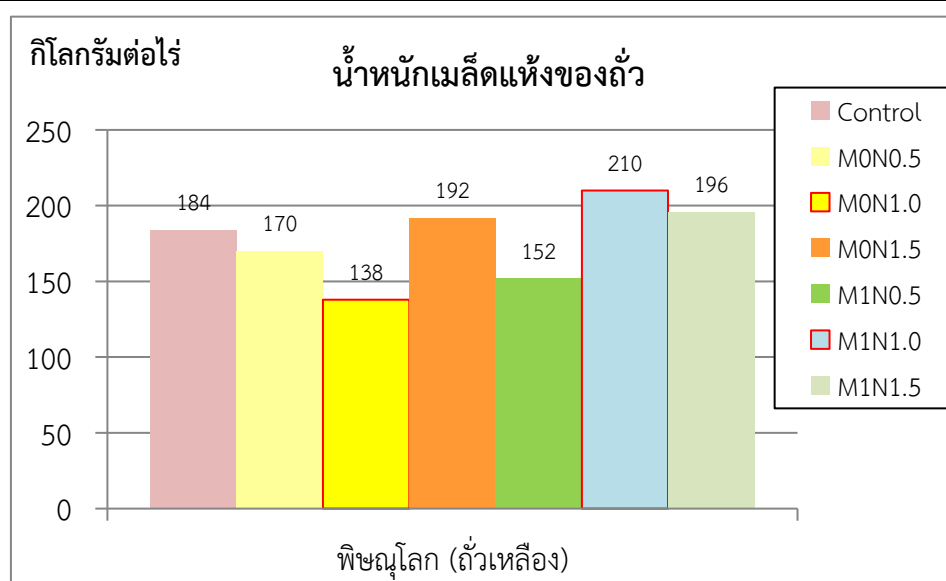
ขณะที่ผลการทดลองในถั่วเหลือง มีแนวโน้มให้เห็นถึงความแปรปรวนของข้อมูลอย่างมาก แม้ผลวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม แต่มีแนวโน้มที่ผลผลิตถั่วเหลืองจะสูงขึ้น เมื่อมีการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่เหมาะสม คือ มีการเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสให้มากขึ้น (ตามการทดลองคือ 2 เท่าของคำแนะนำ) และลดปริมาณของปุ๋ยโพแทสเซียมลง (ตามการทดลองคือ 0.5 เท่าของคำแนะนำ) ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกันทั้งสองปี แต่อย่างไรก็ตามควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วบนดินร่วนเหนียว

การทดลองเพื่อศึกษาการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่วในดินร่วนเหนียว ซึ่งหมายรวมถึงดินร่วนปนทรายแข็งด้วย ได้มีการจัดทำแปลงทดลอง 2 แปลง ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดกำแพงเพชร แต่แปลงทดลองในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ถูกโรคแมลงรบกวนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ จึงคงเหลือผลการทดลอง 1 แปลงในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว ซึ่งผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าการทดลองดังตารางที่ 23 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 49

ตารางที่ 23 ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองในดินร่วนเหนียว

| จังหวัด  | ชุดดิน         | ชนิดพืช    | ระดับความแตกต่างทางสถิติ | CV (%) |
|----------|----------------|------------|--------------------------|--------|
| พิษณุโลก | กำแพงเพชร (Kp) | ถั่วเหลือง | ns                       | 34.82  |



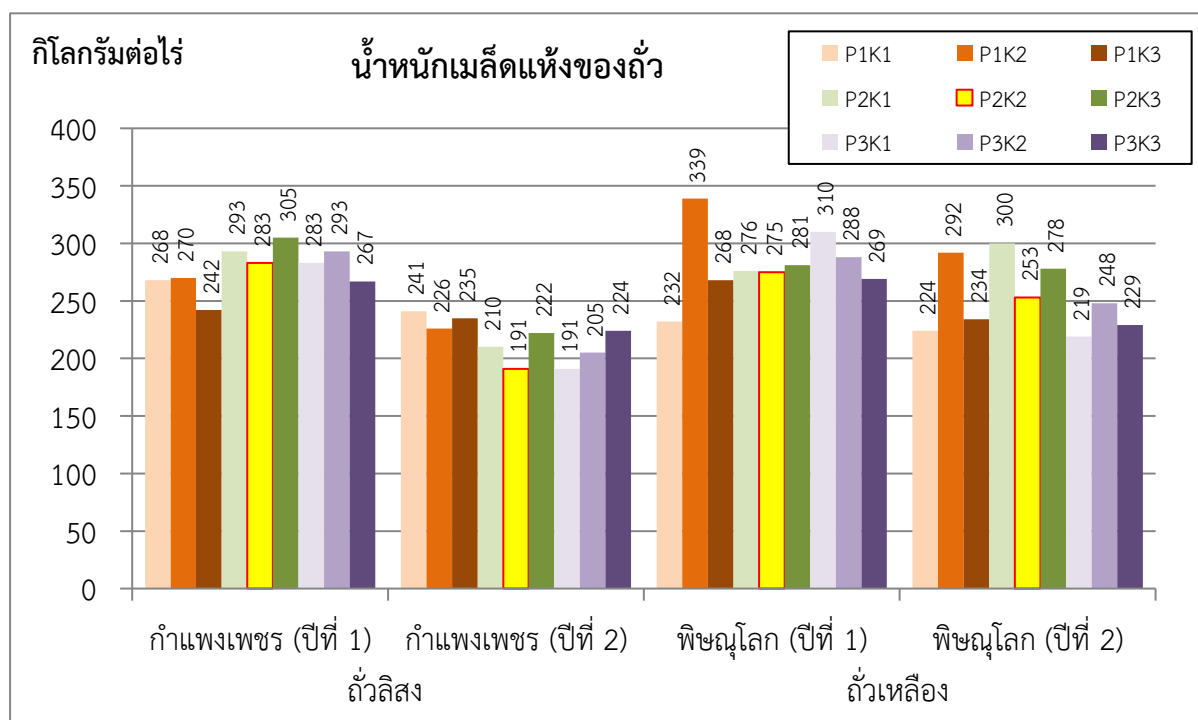
ภาพที่ 49 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนเหนียว

สำหรับผลการทดลองคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมบนดินร่วนเหนียว ได้ทำการทดลองจำนวน 2 แปลงๆ ละ 2 ปี รวม 4 การทดลอง โดยในการทดลองใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และใช้ถั่วลิสงเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าการทดลองทั้งสองปีการวิจัย โดยพบว่ามีอิทธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญในแปลงทดลองถั่วเหลือง จังหวัดพิษณุโลก ปี 2557 ดังตารางที่ 24 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 50

ตารางที่ 24 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินร่วนเหนียว

| ปีการทดลอง | จังหวัด   | ชุดดิน         | ชนิดพืช    | ปริมาณฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณโพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV (%) |
|------------|-----------|----------------|------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------|
| 2557       | กำแพงเพชร | กำแพงเพชร (Kp) | ถั่วลิสง   | ns                 | ns                   | ns                              | 14.26  |
|            | พิษณุโลก  | กำแพงเพชร (Kp) | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | *                               | 12.00  |
| 2558       | กำแพงเพชร | กำแพงเพชร (Kp) | ถั่วลิสง   | ns                 | ns                   | ns                              | 24.07  |
|            | พิษณุโลก  | กำแพงเพชร (Kp) | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 37.08  |

ตามที่ได้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยผลผลิตถั่วลิสงในทุกตำรับการทดลอง และเมื่อทำเป็นกราฟเปรียบเทียบผลผลิตแล้ว ไม่พบแนวโน้มของผลผลิตไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง จึงไม่อาจสรุปเป็นอื่นได้ ในทำนองเดียวกันกับการทดลองในถั่วเหลือง ซึ่งไม่พบแนวโน้มใดๆ แม้ในผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีอิทธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม แต่เมื่อมีการทำลองซ้ำ อิทธิพลดังกล่าวก็ไม่ปรากฏอีก จึงไม่มีนัยสำคัญเพียงพอที่จะใช้เป็นข้อสรุปได้



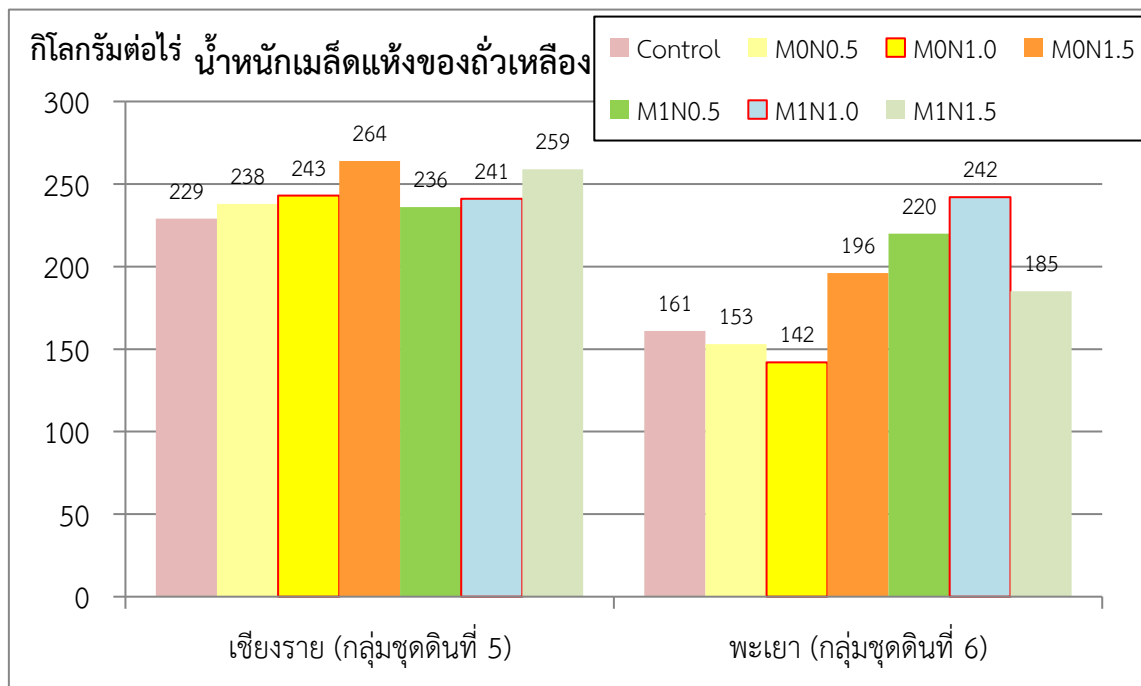
ภาพที่ 50 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนเหนียว

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วบนดินเหนียวสีดำ

การทดลองเพื่อศึกษาการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่วในดินเหนียวสีดำ ได้มีการจัดทำแปลงทดลอง 2 แปลง ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย และในพื้นที่จังหวัดพะเยา โดยใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่วทั้งสองแปลงทดลอง ซึ่งผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของการทดลองในจังหวัดเชียงราย แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทดลองในจังหวัดพะเยา ดังตารางที่ 25 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 51

ตารางที่ 25 ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินเหนียวสีดำ

| จังหวัด  | ชุดดิน        | ชนิดพืช    | ระดับความแตกต่างทางสถิติ | CV (%) |
|----------|---------------|------------|--------------------------|--------|
| เชียงราย | หางดง (Hd)    | ถั่วเหลือง | *                        | 1.34   |
| พะเยา    | เชียงราย (Cr) | ถั่วเหลือง | ns                       | 50.06  |



ภาพที่ 51 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียว

การทดลองในจังหวัดเชียงราย แสดงถึงผลการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำ อยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้อยู่แล้ว แม้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงจะไม่ทำให้ผลผลิตมีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่ผลผลิตจะลดลงด้วย ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเสี่ยงต่อการเพิ่มต้นทุนและอาจทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจลดลงได้

ขณะที่การทดลองในจังหวัดพะเยา มีความผันผวนสูงมาก จนไม่อาจนำไปสู่ข้อสรุปที่ชัดเจนได้นอกจากผลของการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่พบความแตกต่างของผลผลิตในแต่ละดำรับการทดลอง

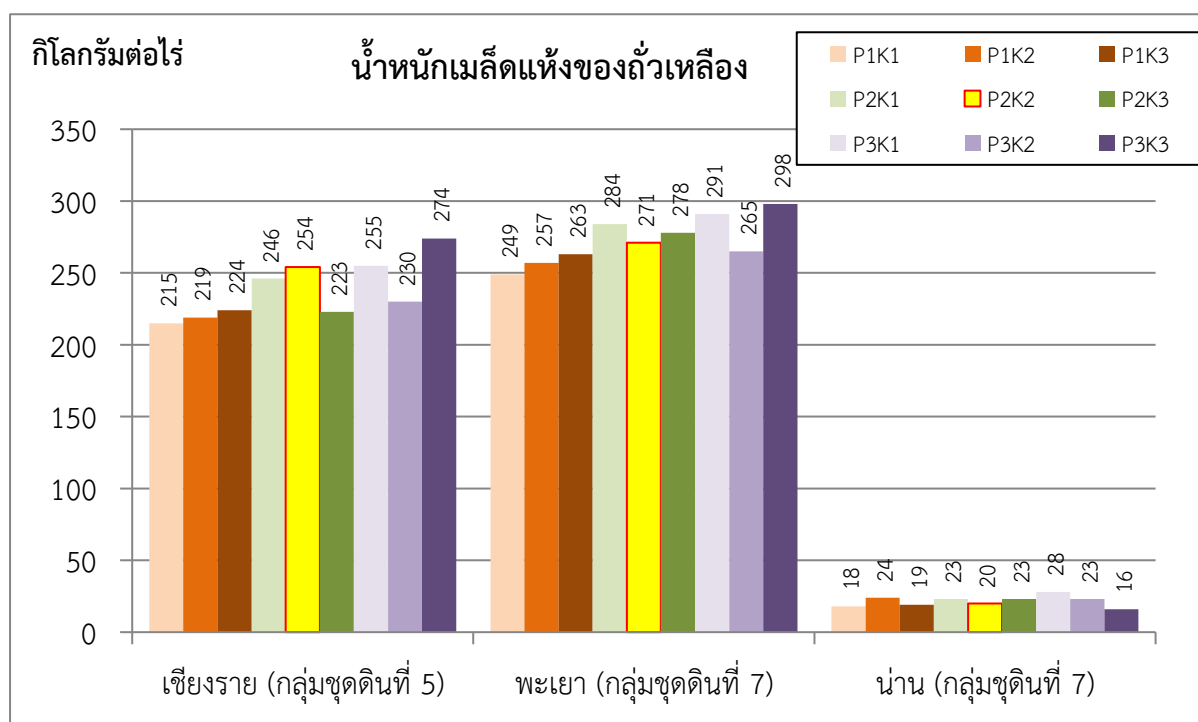
สำหรับผลการทดลองคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมบนดินเหนียวสีดำ ได้ทำแปลงทดลองจำนวน 3 แปลงๆ ละ 2 ปี รวม 6 การทดลอง โดยในการทดลองใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ในพื้นที่จังหวัดพะเยา (ปีที่ 3) และในพื้นที่จังหวัดพะเยา (ปีที่ 2) และพื้นที่จังหวัดน่าน ซึ่งผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดำรับการทดลองทั้งสองปีการวิจัย ยกเว้นในปี 2557 ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของผลผลิตเฉลี่ย เมื่อมีการใช้อัตราฟอสฟอรัสที่แตกต่างกัน และพบว่าเมื่อพิจารณาผลรวมของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญในแปลงทดลองจังหวัดเชียงราย ดังตารางที่ 26 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 52

จากกราฟแสดงการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า มีความแปรปรวนระหว่างแปลงทดลองที่อยู่คนละดินหรืออยู่คนละพื้นที่ ขณะเดียวกันในแปลงทดลองที่ทำการทดลองต่อเนื่อง (เฉพาะแปลงทดลองบนดินเดียวกันในจังหวัดเชียงราย แปลงทดลองในจังหวัดอื่นมีการย้ายตำแหน่งแปลง) ยังคงให้ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปีแตกต่างกัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเป็นผลจากสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม

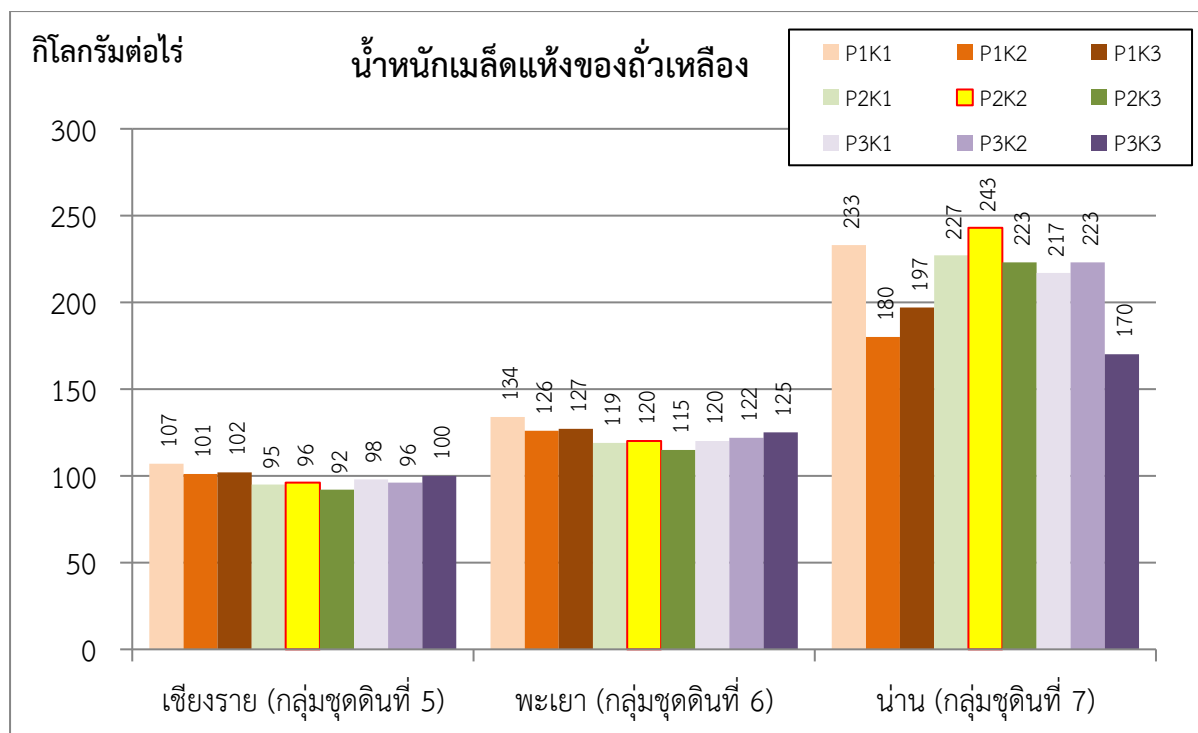
ตามในการทดลองในแปลงเดียวกัน มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตใกล้เคียงกันและไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งตามผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงยังไม่มีเหตุอันควรในการปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วบนดินเหนียว

ตารางที่ 26 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินเหนียวสีดำ

| ปีการทดลอง | จังหวัด  | ชุดดิน        | ชนิดพืช    | ปริมาณฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณโพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV (%) |
|------------|----------|---------------|------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------|
| 2557       | เชียงราย | หางดง (Hd)    | ถั่วเหลือง | *                  | ns                   | *                               | 6.65   |
|            | พะเยา    | เชียงราย (Cr) | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 11.01  |
|            | น่าน     | น่าน (Na)     | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 23.06  |
| 2558       | เชียงราย | หางดง (Hd)    | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 8.36   |
|            | พะเยา    | เชียงราย (Cr) | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 8.36   |
|            | น่าน     | น่าน (Na)     | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 21.82  |



ภาพที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีดำ ปีที่ 1



ภาพที่ 53 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดิน ในดินเหนียวสีดำ ปีที่ 2

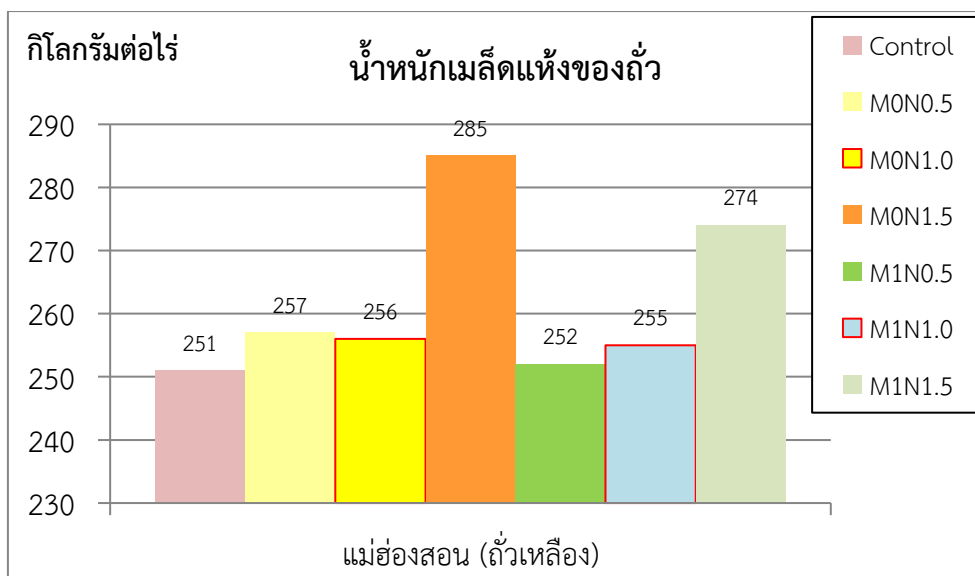
#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วบนดินเหนียวสีแดง

การทดลองเพื่อศึกษาการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่วในดินเหนียวสีแดง ได้มีการจัดทำแปลงทดลอง 1 แปลง ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว ซึ่งผลการทดลองพบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของดำรับการทดลอง ดังตารางที่ 27 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 54

ตารางที่ 27 ผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วลิสงในดินเหนียวสีแดง

| จังหวัด    | ชุดดิน       | ชนิดพืช    | ระดับความแตกต่างทางสถิติ | CV (%) |
|------------|--------------|------------|--------------------------|--------|
| แม่ฮ่องสอน | ปากช่อง (Pc) | ถั่วเหลือง | *                        | 1.71   |

ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยผลผลิต แสดงให้เห็นถึงความต้องการปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วเหลืองต้องการมากขึ้นเมื่อปลูกในดินเหนียวสีแดง โดยให้ผลผลิตสูงขึ้นเมื่อมีการให้ไนโตรเจนมากขึ้นกว่าคำแนะนำ 1.5 เท่า ทั้งในการจัดการที่ใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ผลผลิตสูงสุด และมีความแตกต่างทางสถิติจากดำรับอื่นๆ) และในการจัดการที่มีปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ผลผลิตเป็นอันดับสอง และมีความแตกต่างทางสถิติจากดำรับอื่นๆ) ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป ซึ่งผลการศึกษาอาจนำไปสู่การปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับถั่วในดินเหนียวสีแดงได้ อย่างไรก็ตาม การปลูกถั่วเหลืองมักปลูกเป็นพืชหลังนา และไม่นิยมปลูกในดินดอนเหนียวสีแดง ดังนั้นจึงอาจไม่พบความจำเป็นเร่งด่วนในการศึกษาเรื่องนี้เท่าใดนัก



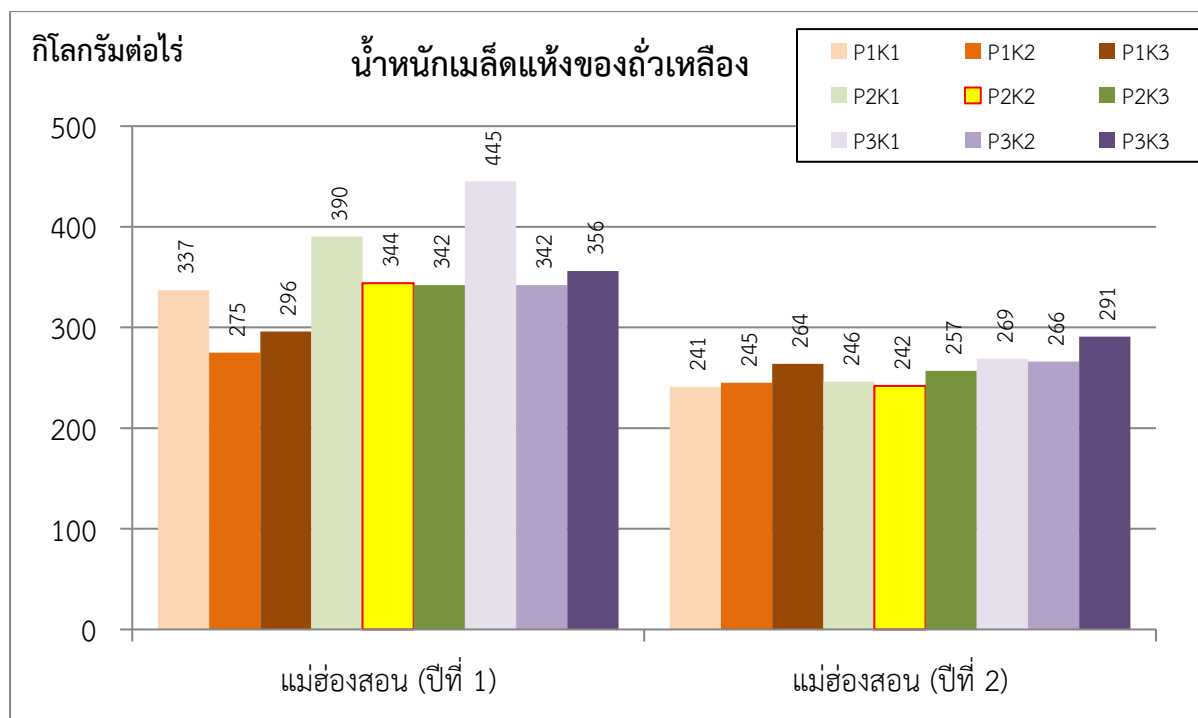
ภาพที่ 54 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตข้าวจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีแดง

สำหรับผลการทดลองคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมบนดินเหนียวสีแดง ได้ทำแปลงทดลองจำนวน 1 แปลง ทำซ้ำ 2 ปี รวม 2 การทดลอง โดยในการทดลองใช้ถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว ซึ่งผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าการทดลอง ในปีแรกของการทดลอง (ปี 2557) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของผลผลิตเฉลี่ย เมื่อมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ต่างกัน และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ต่างกัน แต่ไม่พบมีอิทธิพลร่วมของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม ดังตารางที่ 28 และกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาพที่ 55

ตารางที่ 28 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วในดินเหนียวสีแดง

| ปีการทดลอง | จังหวัด    | ชุดดิน       | ชนิดพืช    | ปริมาณฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณโพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV (%) |
|------------|------------|--------------|------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------|
| 2557       | แม่ฮ่องสอน | ปากช่อง (Pc) | ถั่วเหลือง | ns                 | ns                   | ns                              | 22.07  |
| 2558       | แม่ฮ่องสอน | ปากช่อง (Pc) | ถั่วเหลือง | *                  | *                    | ns                              | 5.01   |

ผลการทดลองในปี 2557 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และค่าผลผลิตเฉลี่ยเปรียบเทียบจากกราฟแสดงให้เห็นถึงความผันผวนของข้อมูลอย่างมาก แต่มีแนวโน้มว่า การได้รับฟอสฟอรัสมากขึ้น จะส่งผลให้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงขึ้น ขณะที่การได้รับโพแทสเซียมน้อยลงจะส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งเป็นผลที่ทั้งขัดแย้งและสอดคล้องกับผลการทดลองในปี 2558 คือ มีผลสอดคล้องกันเมื่อมีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ผลผลิตของถั่วเหลืองจะสูงขึ้น แต่มีผลขัดแย้งกันเมื่อมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียม คือ ในปี 2558 เมื่อมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมมากขึ้น ผลผลิตถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบผลผลิตในปีการทดลองที่ต่างกัน จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศที่ต่างกันด้วย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มีการจัดทำสถานีตรวจวัดสภาพอากาศในพื้นที่ จึงยังไม่อาจสรุปสาเหตุของความผันแปรได้



ภาพที่ 55 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตถั่วจากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดินในดินเหนียวสีแดง

การทดลองให้ปุ๋ยถั่วตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับการหาแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรมเป็นหลัก เนื่องจากถั่วเป็นพืชได้รับความสนใจในเรื่องการจัดการธาตุอาหารน้อย เพราะถั่วมีไรโซเบียมที่ช่วยตรึงไนโตรเจนได้ และความต้องการธาตุอาหารพืชของถั่วอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยกรมวิชาการเกษตร (2548) ได้ให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับถั่วสูงสุดที่ 3-9-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่เท่านั้น เมื่อมีการใช้ไรโซเบียมในการเพาะปลูกร่วมด้วย ในการทดสอบทดลองปุ๋ยสำหรับถั่วหลายๆ ครั้งจึงมักไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังที่จิราลักษณ์ (2561) ได้รายงานถึงผลการทดลองใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเขียว 6 อัตรา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของผลผลิต และในรายงานฉบับเดียวกันได้แสดงว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทุกอัตราปุ๋ยที่ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจิราลักษณ์ (2558) ที่ได้ศึกษาการจัดการแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพถั่วเขียว และพบว่าเมื่อมีการใช้ไรโซเบียม ผลผลิตถั่วเขียวจะไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว และการใช้ไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตราต่างๆ ก็ไม่แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มของผลผลิตสูงขึ้นเมื่อมีการจัดการที่ถูกต้อง และสอดคล้องในกรณีถั่วเหลืองฝักสดที่ นภาพร (2557) ได้รายงานผลการทดลองใช้ปุ๋ยอัตราส่วนต่างๆ กัน แล้วพบว่า ในฤดูแล้งผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการเพาะปลูกช่วงฤดูฝน แต่เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าต่อการลงทุนแล้ว การใช้ปุ๋ยอัตราสูงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ขณะที่ ศรีนวล (2561) ได้รายงานผลการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตถั่วลิสงในสภาพนาและในสภาพไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตที่ดีกว่าการใช้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรในทุกกรณี

### 3.2.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพัฒนาข้อมูลโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับสับปะรด

สับปะรด เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมาก ทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูง การจัดการปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของสับปะรด กรมวิชาการเกษตรได้จัดทำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรดไว้แล้ว ซึ่งได้มีการพัฒนารูปแบบการเข้าถึงคำแนะนำนั้นโดยผ่านโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และได้มีการปรับปรุงการให้คำแนะนำเป็นไปตามค่าวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยยังคงอิงการใส่ปุ๋ยสำหรับสับปะรดเป็น 3 ครั้งต่อปี เช่นเดิม คือ ครั้งแรกใส่ปุ๋ย NPK ในสัดส่วนร้อยละ 25 50 30 ของปริมาณปุ๋ย NPK ที่แนะนำตามลำดับ ในครั้งที่สองใส่ปุ๋ย NPK ในสัดส่วนเดิมคือร้อยละ 25 50 30 ของปริมาณปุ๋ย NPK ที่แนะนำ และครั้งที่สามใส่ปุ๋ย NPK ในสัดส่วนร้อยละ 50 0 40 ของปริมาณปุ๋ย NPK ที่แนะนำ นั่นคือในการใส่ปุ๋ยครั้งที่สามให้เฉพาะธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งที่ไม่เท่ากันนั้น ทำให้เกิดความสับสนได้ง่ายเมื่อมีการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถกำหนดปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กับสับปะรดในแต่ละครั้งได้ง่ายขึ้น โดยมีการเก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์ในช่วงต้นปีเพียงครั้งเดียว นอกจากนี้ การศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้ จึงได้จัดทำโครงการการศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรดขึ้น โดยมีความมุ่งหวังในการทดสอบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับสับปะรดจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โดยทดสอบในส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนว่าให้ผลผลิตสอดคล้องเหมาะสมแล้วหรือไม่ หรือสามารถปรับเพิ่มหรือลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนได้เพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสับปะรด ขณะเดียวกันการทดแทนปริมาณไนโตรเจนด้วยปุ๋ยอินทรีย์จะให้ผลที่สอดคล้องหรือไม่ เมื่อกำหนดให้อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์อยู่ที่ร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับสับปะรด ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (กมลทิพย์ ศศิธร) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ดัดแปลง ผลการทำแปลงทดลอง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทำแปลงทดลองที่หลากหลายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. แปลงทดลองส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำกว่าร้อยละ 1 ซึ่งเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีแล้ว ส่งผลให้ผลผลิตของสับปะรดสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในทุกการทดลอง ขณะที่แปลงทดลองที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากกว่าร้อยละ 1 (แปลงที่ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ทั้งๆ ที่เป็นแปลงที่มีดินเป็นดินทราย (ชุดดินสัดหีบ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอินทรีย์วัตถุในดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการผลิตสับปะรด ซึ่งนอกจากจะปลดปล่อยธาตุอาหารรวมถึงธาตุไนโตรเจนให้แก่สับปะรดแล้ว ยังส่งผลให้ปุ๋ยเคมีที่ใส่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากการสูญเสียธาตุอาหารน้อยลง และสาเหตุอื่นๆ ซึ่งการวิจัยนี้ไม่ได้ทดสอบในส่วนนั้นๆ

2. ผลการทดลองไม่ได้สะท้อนถึงการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีได้โดยตรง ตามที่มีการจัดทำไว้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ดังจะเห็นได้จากการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (M1) กับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (M0) แม้จะมีการปรับลดปุ๋ยเคมีในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อไม่ให้มีความแตกต่างกันของปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยแล้วก็ตาม โดยเฉพาะผลที่เกิดขึ้นแสดงออกในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 ในทุกประเภทเนื้อดิน ดังนั้น ควรมีคำแนะนำหรือคำเตือนในการใช้งานโปรแกรม เมื่อมีการเรียกใช้งานฟังก์ชันการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีว่า “การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในสับปะรด อาจส่งผลที่ไม่สอดคล้องกับการปลดปล่อยธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์ ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ในโปรแกรม โดยเฉพาะในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ”

3. ผลการทดลองในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 มีแนวโน้มของผลผลิตจะยังคงสูงขึ้น แม้มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 125 (1.25 เท่า) ของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำ ขณะที่แปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 1 ไม่แสดงถึงผลการทดลองในทำนองเดียวกัน อย่างไรก็ตาม แปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 1 มีเพียงแปลงทดลองเดียวและทำการทดลองได้เพียง 1 ปี จึงยังไม่อาจเป็นผลสรุปที่ชัดเจนได้ว่า การเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่ให้แก่สับปะรดจะไม่ส่งผลให้ผลผลิตสับปะรดเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นนี้ โดยแยกเป็นประเด็น ดังนี้

3.1 การศึกษาอัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตสับปะรด เมื่อมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เพื่อหาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำได้อย่างเหมาะสม

3.2 การศึกษาปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้แก่สับปะรด ต่อผลผลิตเชิงคุณภาพของสับปะรด เช่น ขนาดและความหวานของสับปะรด ซึ่งอาจมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะเมื่อต้องส่งสับปะรดเข้าโรงงานสับปะรดกระป๋อง ทั้งนี้ มีสมมติฐานว่า เมื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนแล้วทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น ผลผลิตที่มากขึ้นอาจเกิดจากขนาดของผลสับปะรดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้น การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เหมาะสม มีความเป็นไปได้ที่จะได้ผลสับปะรดในขนาดที่ต้องการ ตามมาตรฐานของการเข้าสู่โรงงานสับปะรดกระป๋อง หรือการจำหน่ายในกรณีอื่นๆ

3.3 การศึกษาซ้ำถึงผลของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่มีมากกว่าร้อยละ 1 ที่มีต่อผลผลิตสับปะรด (กรณี แปลงทดลองที่ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี) เพื่อความชัดเจน และเชื่อมั่นได้ในการนำไปสู่การกำหนดคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกสับปะรด ขึ้นอยู่กับผลผลิตที่ได้เป็นสำคัญ ต้นทุนของปุ๋ยเคมีมีสัดส่วนต่ำมาก เมื่อเทียบกับต้นทุนทั้งหมด ดังนั้น แม้ในปัจจุบันคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับสับปะรดในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง จะยังคงให้คำแนะนำในอัตราที่สูงมาก เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ แต่ยังคงเป็นอัตราที่เหมาะสมและคุ้มค่าแล้ว หากมีการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยลง จะส่งผลกระทบต่อผลผลิต ดังที่ปรากฏในหลายการทดลอง และส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนที่เกษตรกรจะได้รับ อย่างไรก็ตาม หากมีผลการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน กับขนาดของผลสับปะรด ก็สามารถปรับคำแนะนำในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงใหม่ได้

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

การศึกษานี้ได้ทำแปลงทดลอง 5 พื้นที่ ในดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน 3 เนื้อดิน คือ ดินร่วนปนทราย ดินทราย และดินร่วนปนกรวด จัดวางแผนการทดลองแบบ RCBD ใน Split plot ประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้ Main plot 2 ระดับ คือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (M1) และไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (M0) และ Sub plot 4 ระดับ คือ 0.5 เท่าของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องการ (N0.5) 0.75 เท่าของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องการ (N0.75) 1.0 เท่าของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องการ (N1.0) และ 1.25 เท่าของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องการ

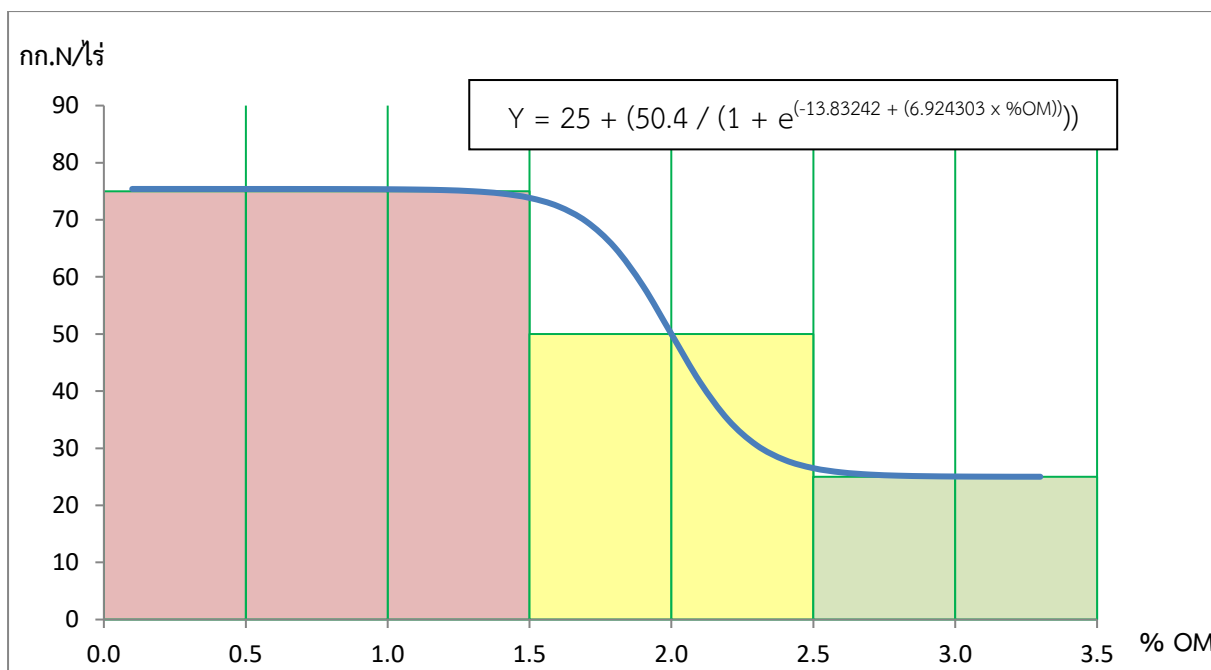
(N1.25) เมื่อสับปรดเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ขนาดพอสมควร จะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (เอทธิฟอน) โดยใช้ในอัตรา 8 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และเติมปุ๋ยยูเรียอีก 300 กรัม ผสมให้เข้ากันดี แล้วฉีดพ่นต้นละ 70-80 ซีซี จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 5-7 วัน และปริมาณการใช้เอทธิฟอนในการบังคับผล บางครั้งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาล และขนาดต้นสับปรด ถ้าต้นสับปรดมีความสมบูรณ์มาก จะใช้ปริมาณเอทธิฟอนที่มากขึ้นด้วย

สำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปรดของกรมวิชาการเกษตร แสดงไว้ในตารางที่ 29 ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้มีการดัดแปลงให้เป็นรูปสมการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ดินในเชิงปริมาณ ที่ค่าวิเคราะห์ดินมีความละเอียดในเชิงตัวเลข และคำแนะนำที่ได้จะมีการลดทอนหรือเพิ่มขึ้นจากคำแนะนำในเชิงคุณภาพที่มีอยู่เดิม โดยสามารถเทียบอัตราให้คำแนะนำได้ตามกราฟ ในภาพที่ 56 ทั้งนี้สมการที่แสดงในภาพ ได้มาจากการถอดสมการในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 และการทดลองนี้มีผลในการพิสูจน์ว่า สมการนี้ มีความถูกต้อง และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือควรมีการปรับปรุงอย่างไร สำหรับการสร้างสมการนี้ เป็นการใช้อัตราจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างสมการโลจิสติกส์ จากนั้นใช้โปรแกรม excel ในการปรับแต่งเส้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำเดิมมากที่สุด

**ตารางที่ 29** คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปรด จากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของพืชเศรษฐกิจ กรมวิชาการเกษตร

| ค่าวิเคราะห์ดิน                         | อัตราการใช้ปุ๋ย                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>ปริมาณอินทรีย์วัตถุ</b>              |                                          |
| ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์                 | 75 กก.N/ไร่                              |
| 1.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์                   | 50 กก.N/ไร่                              |
| มากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์                 | 25 กก.N/ไร่                              |
| <b>ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์</b>    |                                          |
| ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม          | 34 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| 6 -45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม              | 17 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่ |
| มากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 0 กก.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ไร่  |
| <b>ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้</b> |                                          |
| ต่ำกว่า 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม         | 136 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่             |
| 35 - 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม           | 68 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |
| มากกว่า 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม        | 34 กก.K <sub>2</sub> O /ไร่              |

ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 กรมวิชาการเกษตร



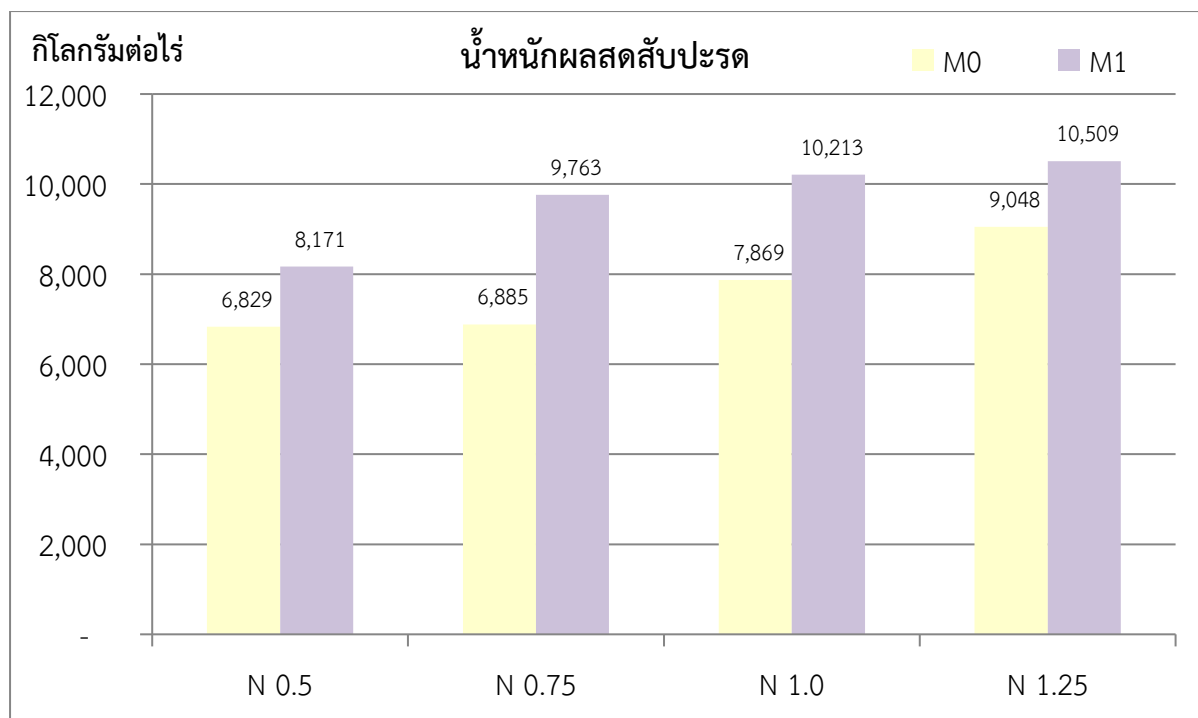
ภาพที่ 56 แสดงกราฟจากสมการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับสับปรดตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณ จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (กราฟเส้น) ซึ่งตัดแปลงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปรดของกรมวิชาการเกษตร (กราฟแท่ง)

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปรดบนดินร่วนปนทราย

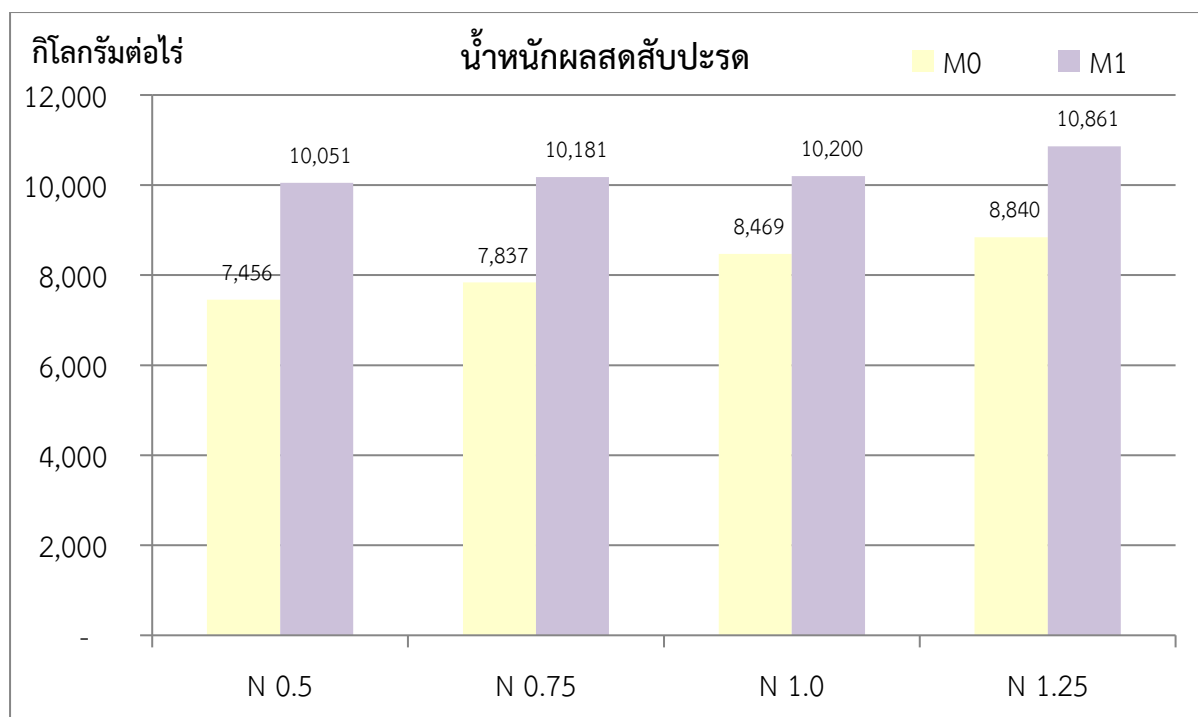
การทดลองปลูกสับปรดในดินร่วนปนทรายภายใต้แผนงานวิจัย ได้ดำเนินการใน 2 พื้นที่ คือ ตำบลหนองตาแต้ม อำเภอลำดวนบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ บนชุดดินปราณบุรี และตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง บนชุดดินมาบปอน

แปลงทดลองที่หนองตาแต้ม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้ทำการทดลองซ้ำจำนวน 2 ปี ผลวิเคราะห์ดินเมื่อเริ่มการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (ร้อยละ 0.7) และมีผลการทดลองในปีที่ 1 ดังนี้ ผลการตรวจวัดการเจริญเติบโตของสับปรด ทั้งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในส่วนของผลผลิตนั้น ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกันตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่า 1.25 เท่าของปริมาณแนะนำ (N1.25) ให้ผลผลิตสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยในอัตราน้อยกว่าคำแนะนำ (N0.5 N0.75) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำ (N1.0) (ภาพที่ 57)

ผลการทดลองในปีที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ชัดเจนของผลการเจริญเติบโตของสับปรดในช่วงอายุเก็บเกี่ยว คงมีแต่ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) ขณะที่ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มของผลผลิตที่สูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น (ภาพที่ 58)



ภาพที่ 57 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลหนองตาแต้ม อำเภอลำลูกเกด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินปราณบุรี) ปีที่ 1

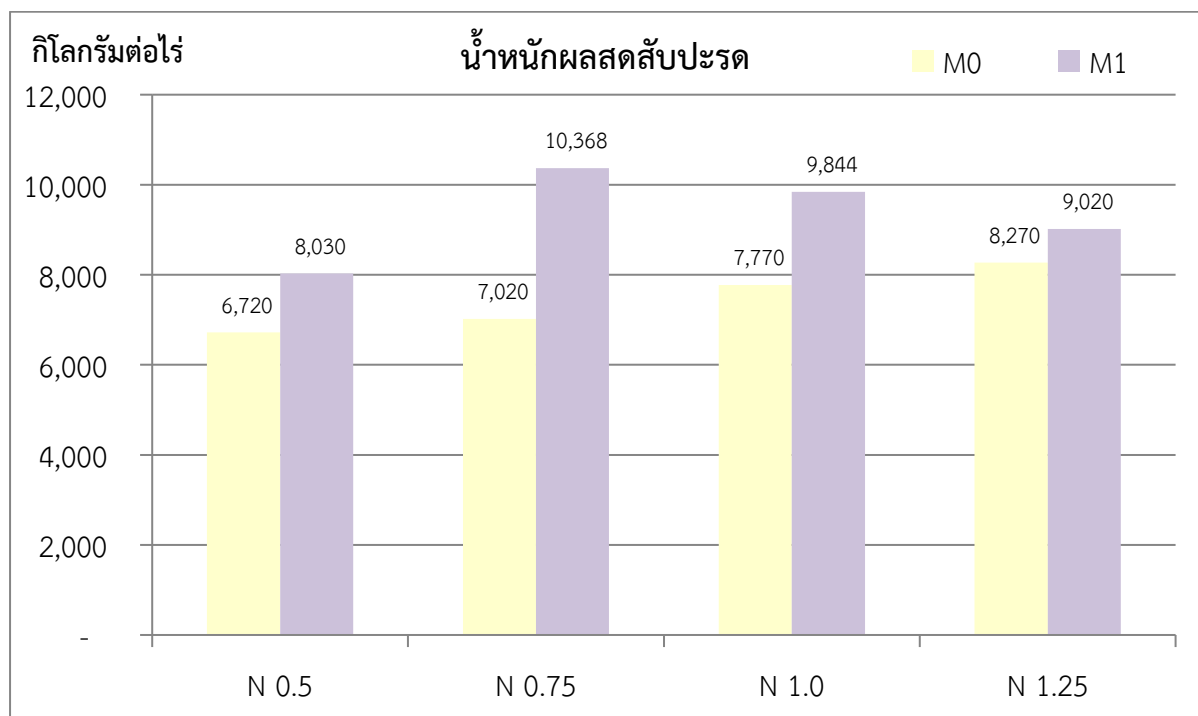


ภาพที่ 58 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลหนองตาแต้ม อำเภอลำลูกเกด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินปราณบุรี) ปีที่ 2

ทั้งนี้ ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 1 อยู่ที่ 8,661 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 2 อยู่ที่ 9,237 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.65 และมีผลตอบแทนการผลิตสูงสุดในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เหมือนกันทั้งสองปี การผลิต อยู่ที่ 55,287 บาท ในปีการผลิตที่ 1 และ 77,630 บาท ในปีการผลิตที่ 2 ทั้งนี้ ผลผลิตสับปะรดในปีที่ 2 เพิ่มขึ้นกว่าในปีที่ 1 และมีต้นทุนการผลิตน้อยกว่า เพราะไม่มีค่าเตรียมแปลงปลูกและค่าต้นพันธุ์ ซึ่งเป็นไปตามปกติของการผลิตสับปะรดโดยทั่วไป ที่จะมีลงทุนสูงในปีการผลิตแรก

สำหรับแปลงทดลองที่นิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ได้ทำแปลงทดลองจำนวน 1 ปี ผลวิเคราะห์ดินเมื่อเริ่มการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (ร้อยละ 0.62) และมีผลการทดลอง ดังนี้ ผลการตรวจวัดการเจริญเติบโตของสับปะรด ทั้งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตมีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อถึงช่วงเก็บเกี่ยว (14 เดือน) ทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในส่วนของผลผลิตนั้น ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 59)

ทั้งนี้ ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 1 อยู่ที่ 8,381 กิโลกรัมต่อไร่ และมีผลตอบแทนการผลิตสูงสุดในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 0.75 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง อยู่ที่ 68,878 บาท ทั้งนี้เนื่องจาก ผลผลิตสับปะรดในตำรับดังกล่าว ให้ผลผลิตสูงสุดแม้จะไม่มี ความแตกต่างในทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ



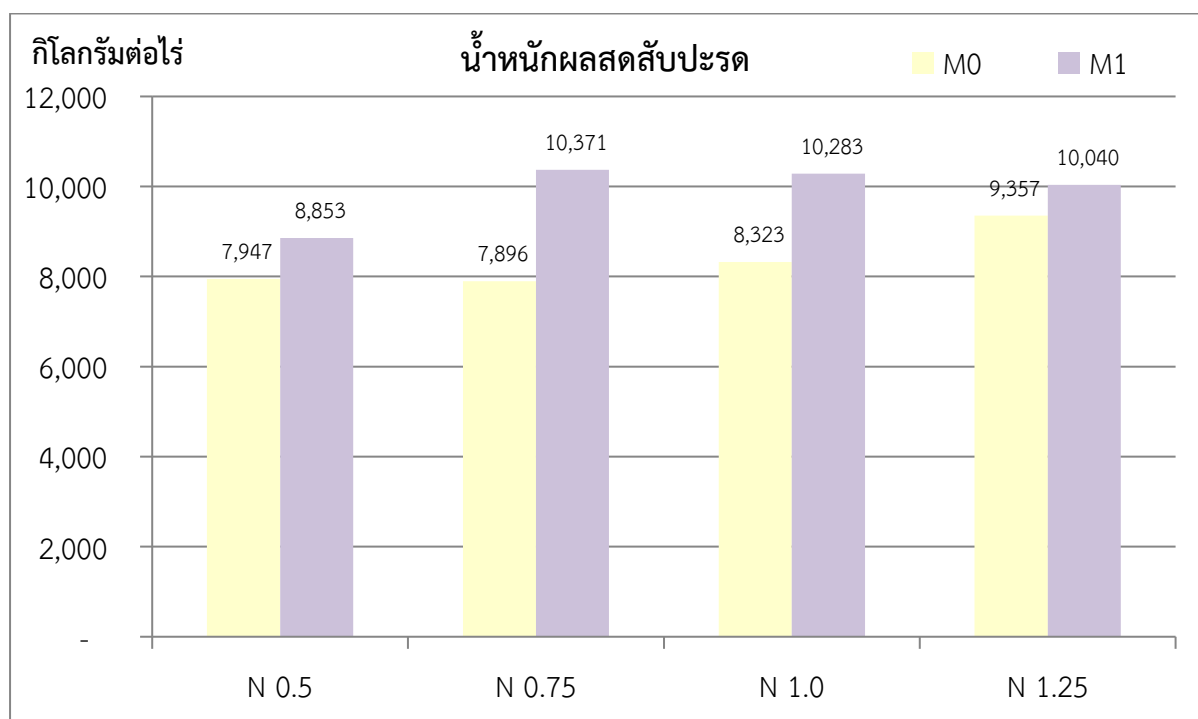
ภาพที่ 59 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินมาบบอน)

### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรดบนดินทราย

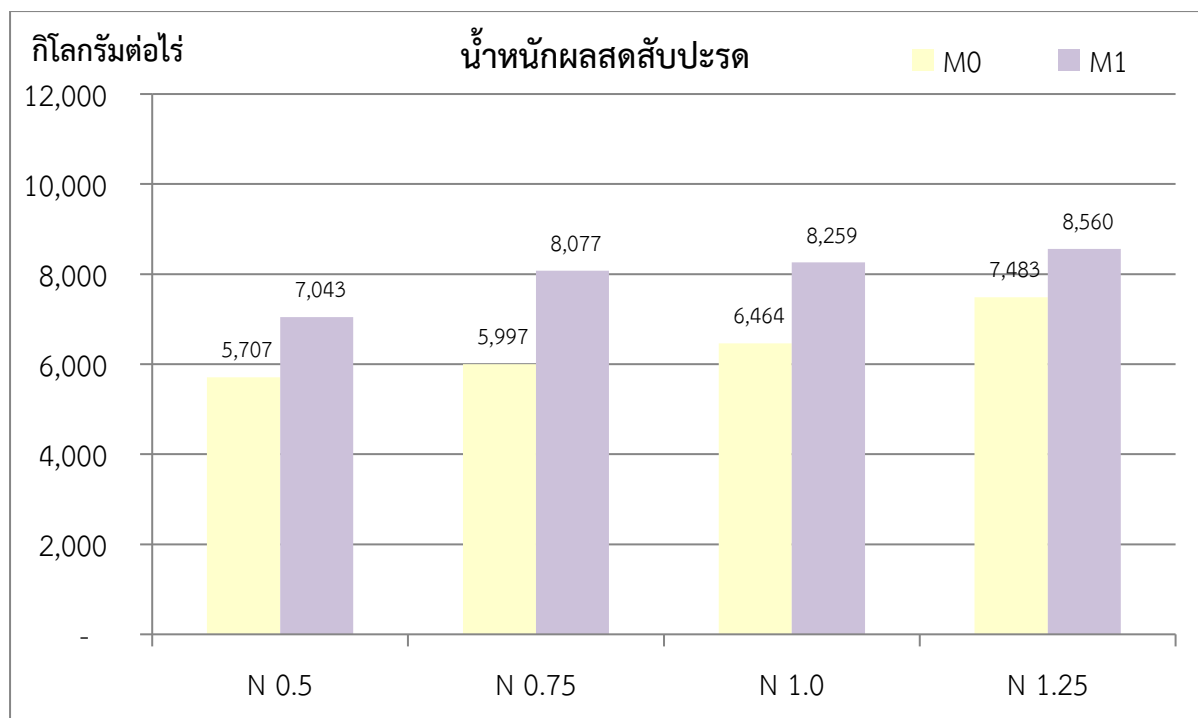
การทดลองปลูกสับปะรดในดินทรายภายใต้แผนงานวิจัย ได้ดำเนินการใน 2 พื้นที่ คือ ตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี บนชุดดินสันป่าตอง (ดินร่วนหยาบปนทราย) และตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี บนชุดดินสัตหีบ

แปลงทดลองที่บ้านคา จังหวัดราชบุรี ได้ทำการทดลองซ้ำจำนวน 2 ปี ผลวิเคราะห์ดินเมื่อเริ่มการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (ร้อยละ 0.8) และมีผลการทดลองในปีที่ 1 ดังนี้ ผลการตรวจวัดการเจริญเติบโตของสับปะรด ทั้งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตมีความแตกต่างทางสถิติที่ไม่ชัดเจน คือแตกต่างเฉพาะความยาวเส้นรอบวงของสับปะรด แต่เมื่อถึงช่วงเก็บเกี่ยว (14 เดือน) ทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในส่วนของผลผลิตนั้น ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มของผลผลิตที่สูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น (ภาพที่ 60)

ผลการทดลองในปีที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ชัดเจนของผลการเจริญเติบโตของสับปะรดในช่วงอายุเก็บเกี่ยว คงมีแต่ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) ขณะเดียวกันตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่า 1.25 เท่าของปริมาณแนะนำ (N1.25) ให้ผลผลิตสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำ (N1.0) และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราน้อยกว่าคำแนะนำ (N0.5 N0.75) (ภาพที่ 61)



ภาพที่ 60 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินสันป่าตอง) ปีที่ 1

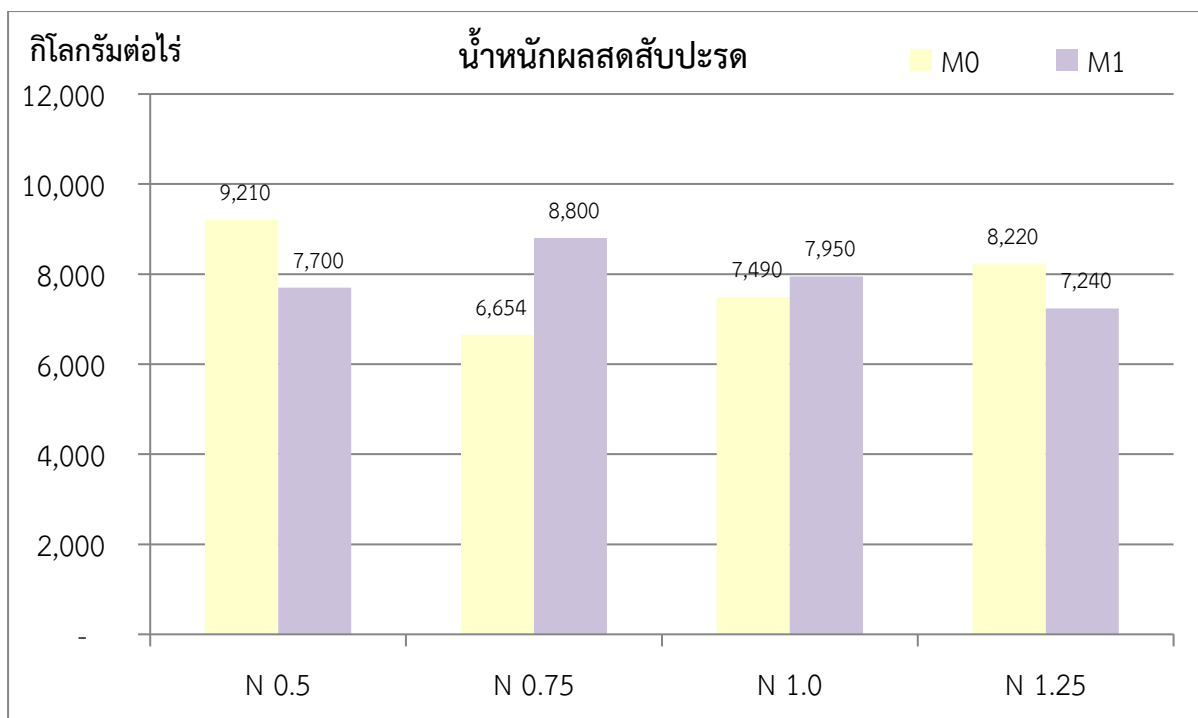


ภาพที่ 61 น้ำหนักรวมผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนหยาบปนทราย (ชุดดินสันป่าตอง) ปีที่ 2

ทั้งนี้ ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักรวมผลสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 1 อยู่ที่ 9,134 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักรวมผลสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 2 อยู่ที่ 7,199 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยรวมลดลงร้อยละ 21.18 และมีผลตอบแทนการผลิตสูงสุดในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 0.75 เท่าของคำแนะนำ อยู่ที่ 55,889 บาท ในปีการผลิตที่ 1 ส่วนในปีการผลิตที่ 2 ตำรับที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด คือ การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 เท่าของคำแนะนำ อยู่ที่ 60,551 บาท ทั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า ผลตอบแทนการผลิตจะขึ้นอยู่กับผลผลิตเฉลี่ยของสับปะรดในตำรับนั้นๆ เป็นสำคัญ โดยไม่ได้เป็นผลเนื่องจากการลงทุนในการใส่ปุ๋ยของตำรับการทดลอง

สำหรับแปลงทดลองที่เขาช้างจรรย์ จังหวัดชลบุรี ได้ทำแปลงทดลองจำนวน 1 ปี ผลวิเคราะห์ดินเมื่อเริ่มการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (ร้อยละ 1.21) และมีผลการทดลอง ดังนี้ ผลการตรวจวัดการเจริญเติบโตของสับปะรด ทั้งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และผลผลิตเฉลี่ยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 62)

ทั้งนี้ ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักรวมผลสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 1 อยู่ที่ 7,909 กิโลกรัมต่อไร่ และมีผลตอบแทนการผลิตสูงสุดในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 0.75 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง อยู่ที่ 57,930 บาท ทั้งนี้เนื่องจาก ผลผลิตสับปะรดในตำรับดังกล่าว ให้ผลผลิตสูงสุดแม้จะไม่มีผลแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ



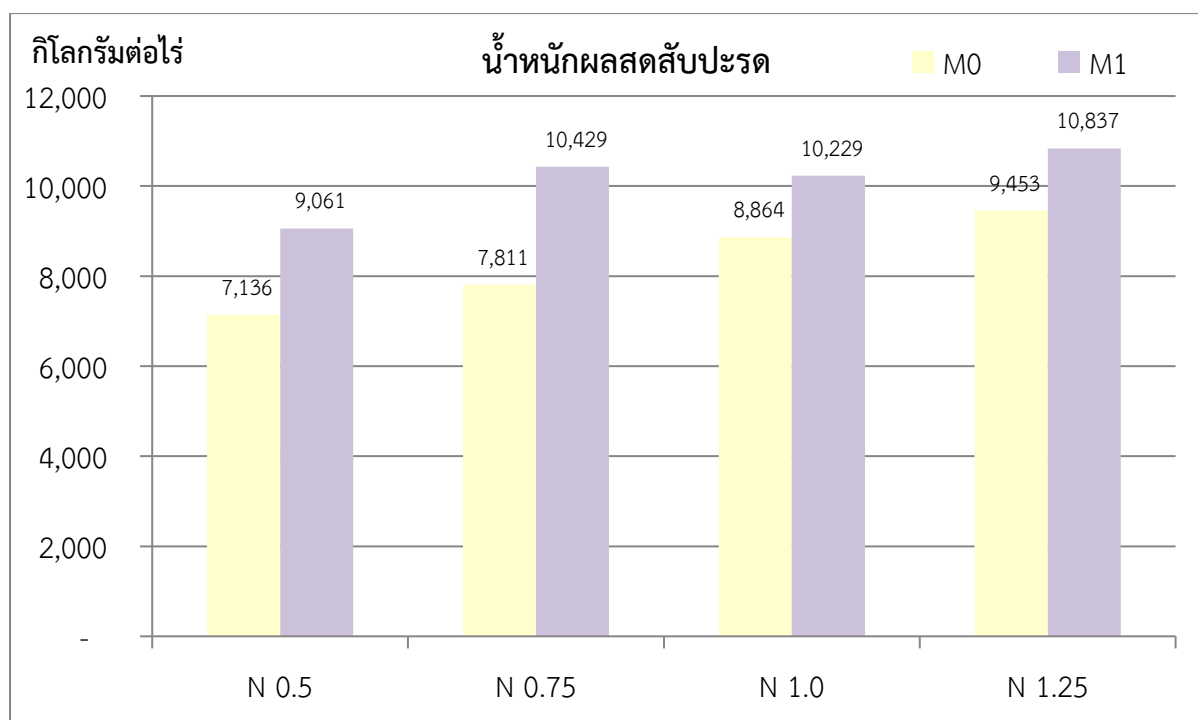
ภาพที่ 62 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นดินทราย (ชุดดินสัตหีบ)

#### การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรดบนดินร่วนปนกรวด

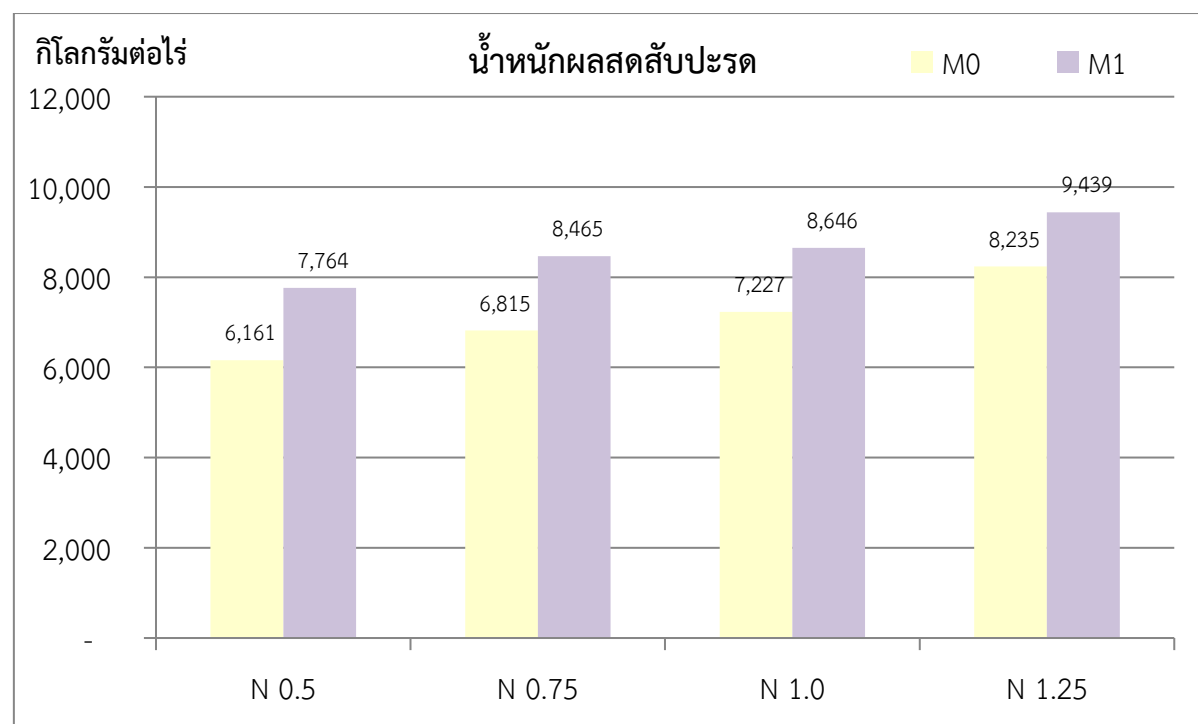
การทดลองปลูกสับปะรดในดินร่วนปนกรวดภายใต้แผนงานวิจัย ได้ดำเนินการใน 1 พื้นที่ คือ ตำบลเขากระปุก อำเภอยะยา จังหวัดเพชรบุรี บนชุดดินลาดหญ้า ซึ่งเป็นดินร่วนตื้นปานกลางถึงชั้นกรวด ในแปลงทดลองนี้ได้ทำการทดลองซ้ำจำนวน 2 ปี ผลวิเคราะห์ดินเมื่อเริ่มการทดลองดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (ร้อยละ 0.9)

ผลการทดลองในปีที่ 1 ผลการตรวจวัดการเจริญเติบโตของสับปะรด ในแต่ละตำรับมีความแตกต่างกันในทางสถิติในช่วงแรก แต่เมื่อถึงช่วงเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโตของสับปะรดทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตามแนวโน้มที่ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ในส่วนของผลผลิตนั้น ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกันตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่า 1.25 เท่าของปริมาณแนะนำ (N1.25) ให้ผลผลิตสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำ (N1.0) และในอัตราน้อยกว่าคำแนะนำ (N0.5 N0.75) (ภาพที่ 63)

ผลการทดลองในปีที่ 2 ให้ผลในทำนองเดียวกันคือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของผลการเจริญเติบโตของสับปะรดในช่วงอายุเก็บเกี่ยว แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของผลผลิตสับปะรด คือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี (M1) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (M0) ขณะที่ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่า 1.25 เท่าของปริมาณแนะนำ (N1.25) ให้ผลผลิตสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับตำรับอื่นๆ (N1.0 N0.75 N0.5) (ภาพที่ 64)



ภาพที่ 63 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลเขากระปุก อำเภอนาทายาง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนปนกรวดลึกปานกลาง (ชุดดินท่ายาง) ปีที่ 1



ภาพที่ 64 น้ำหนักผลสดสับปะรด (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองตำบลเขากระปุก อำเภอนาทายาง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนปนกรวดลึกปานกลาง (ชุดดินท่ายาง) ปีที่ 2

ทั้งนี้ ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 1 อยู่ที่ 9,138 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักสดสับปะรดรวมทุกตำรับการทดลองในปีที่ 2 อยู่ที่ 7,845 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยรวมลดลงร้อยละ 14.15 และมีผลตอบแทนการผลิตสูงสุดในตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 เท่าของคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เหมือนกันทั้งสองปี การผลิต อยู่ที่ 57,918 บาท ในปีการผลิตที่ 1 และ 67,275 บาท ในปีการผลิตที่ 2 ทั้งนี้แม้ผลผลิตสับปะรดในปีที่ 2 จะน้อยกว่าในปีที่ 1 แต่ต้นทุนการผลิตจะน้อยกว่า เพราะไม่มีค่าเตรียมแปลงปลูกและค่าต้นพันธุ์ ซึ่งเป็นไปตามปกติของการผลิตสับปะรดโดยทั่วไป ที่จะมีลงทุนสูงในปีการผลิตแรก

การทดลองให้ปุ๋ยสับปะรดตามค่าวิเคราะห์ดินจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับไนโตรเจนเป็นหลัก และผันแปรไนโตรเจนไปตามสัดส่วนเพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรม ในขณะที่ชูศักดิ์และคณะ (2553) ได้ทดลองการให้ปุ๋ยสูตร 12-6-15 ในอัตราต่างๆ แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของผลผลิต แต่การใช้ปุ๋ยสูตร 12-6-15 อัตรา 75 กรัมต่อต้น นั้น ให้ผลผลิตสูงสุด ขณะเดียวกันการใช้ปุ๋ยสูตร 12-6-15 อัตรา 75 กรัมต่อต้นนั้น ให้น้ำหนักผลสับปะรดแบบไม่มีจุกสูงสุด และมีความแตกต่างจากการใช้ปุ๋ยอัตราต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ในกรณีของการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับวิธีของเกษตรกร พฤษษ์ (2561) ได้รายงานว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใส่ทางดินให้น้ำหนักผลสับปะรดสูงสุดและมีความแตกต่างจากวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

### 3.2.2 แนวทางการพัฒนาการให้คำแนะนำการจัดการน้ำในไร่-นา

#### 3.2.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนแนวทางการประเมินรอบการให้น้ำระดับไร่-นา

น้ำ เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในทางการเกษตร เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายทำให้ธาตุอาหารต่างๆ เข้าสู่พืชได้ และน้ำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะส่งผลถึงปริมาณผลผลิตที่จะได้รับ แต่ในปัจจุบันจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง อีกทั้งการจัดหาน้ำ และการชลประทานก็เป็นต้นทุนที่สำคัญในทางการเกษตรที่ไม่ควรมองข้าม การให้น้ำชลประทานนั้นบ่อยครั้งที่มีการให้น้ำมากเกินไป หรือมีการให้น้ำชลประทานเมื่อไม่มีความจำเป็น ทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนโดยใช้เหตุ และทำให้น้ำสำรองที่จำเป็นต้องเก็บไว้ใช้ในฤดูแล้งหมดไปอย่างรวดเร็ว

การบริหารจัดการน้ำในการทำเกษตร อาจจะทำได้อย่างเข้มข้นได้โดยการใช้เครื่องมือตรวจวัดโดยตรงในพื้นที่ทำการเกษตร และประเมินปริมาณน้ำที่มีในดินอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่การบริหารจัดการดังกล่าวจำเป็นต้องมีการลงทุนมาก และอาจจะให้ผลไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการปลูกพืชไร่ทั่ว ๆ ไป การจัดการน้ำในระดับไร่-นา หมายถึง การจัดการน้ำที่เกษตรกรสามารถดำเนินการได้ด้วยตัวเอง การใช้เครื่องมือในการตรวจวัดจึงต้องเป็นเครื่องมือที่เกษตรกรสามารถจัดหาได้ แม้ว่าเครื่องมือที่ใช้้นั้นอาจจะไม่สามารถให้ค่าที่แน่นอนและแม่นยำได้ แต่การได้วิธีการจัดการน้ำที่ประหยัดโดยมีช่วงของความคลาดเคลื่อนที่ไม่มากเกินไป และเป็นที่ยอมรับได้ ก็นับว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร

ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องชัดเจนกับสมบัติทางกายภาพของดิน ดังนั้นการประเมินรอบการให้น้ำระดับไร่-นาอาจสามารถทำได้โดยง่าย หากใช้สมบัติทางกายภาพของดินเป็นพื้นฐานในการพิจารณา สมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญและมีความสัมพันธ์กับน้ำในดิน และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประมวลผลปริมาณน้ำในดิน ได้แก่ เนื้อดิน การซบซึมน้ำของดิน และเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน เป็นต้น ซึ่งหากสามารถทราบได้ว่าน้ำชลประทานที่ให้กับดินนั้นจะอยู่ในดินได้นานเท่าไร จึงจะถึงจุดที่ควรจะมีการให้น้ำอีกครั้ง ก็จะสามารถกำหนดรอบการให้น้ำที่เหมาะสมได้

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การกำหนดแนวทางการพัฒนาข้อมูลคำแนะนำรอบการให้น้ำ ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การประเมินรอบการให้น้ำระดับไร่-นา โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (ชนิดา จรรย์วรพรณ) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการจุดที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างดิน ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนผลการวิเคราะห์ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การประเมินรอบการให้น้ำระดับไร่-นา โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษาภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. การจัดกลุ่มตัวอย่างดินเป็น 3 กลุ่มเนื้อดินในครั้งนี้ ยังพบความแปรปรวนภายในกลุ่มอยู่พอสมควร เช่น ความหนาแน่นรวมในกลุ่มดินเนื้อละเอียดที่มีช่วงความแตกต่างถึง  $0.5 \text{ g cm}^{-3}$  เป็นต้น และในสมบัติอื่นๆ ก็มีความแปรปรวนเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ด้วยจำนวนตัวอย่างที่มี จึงไม่สามารถจัดทำกลุ่มให้มีความละเอียดได้มากกว่านี้ และการแบ่งกลุ่มในระดับนี้ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้และปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงให้สามารถประเมินการจัดการน้ำในเบื้องต้นได้แล้ว และเมื่อมีการศึกษาที่มากขึ้น จึงได้พัฒนาฐานข้อมูลของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นๆ ไป

2. สมการเส้นอัตลักษณ์น้ำในกลุ่มเนื้อดินแต่ละกลุ่ม สามารถนำไปใช้ในการประเมินรอบการให้น้ำอย่างง่ายในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้ เนื่องจากมีค่าทางสถิติ ( $R^2$ ) สูง แสดงถึงความเชื่อมั่นของข้อมูล แต่อย่างไรก็ตามอาจต้องมีการเพิ่มเติมเงื่อนไขที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น สภาพภูมิอากาศ ฝน และชนิดของพืชพันธุ์

3. ด้วยทรัพยากรในการวิจัยมีจำกัด การศึกษาในครั้งนี้จึงจำเพาะอยู่ในดินดอน ไม่มีการศึกษาในดินลุ่ม อย่างไรก็ตาม ปัญหาเรื่องการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมในดินลุ่มยังไม่สำคัญเท่าในดินดอน เนื่องจากเมื่อดินลุ่มใช้ในการทำนาแล้วการจัดการน้ำจะมุ่งไปสู่การให้ดินอึดตัวด้วยน้ำ คือ มีน้ำขัง การใช้การคำนวณต่างๆ เพื่อหาขอบการให้น้ำยังไม่จำเป็นเท่าใดนัก เว้นแต่เป็นดินนาที่เก็บน้ำไม่ได้ ซึ่งโดยทั่วไปเกษตรกรมักมีวิธีการแก้ไขปัญหการเก็บน้ำในดินนาอยู่แล้ว ความจำเป็นในการศึกษาจึงลดลง แต่ควรเป็นหัวข้อในการศึกษาต่อไปในอนาคต

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

การศึกษานี้มุ่งเน้นในการหารูปแบบที่เหมาะสมในการกำหนดรอบการให้น้ำระดับไรนา โดยอาศัยการประเมินจากสมบัติทางกายภาพของดิน และใช้ข้อมูลนั้นสำหรับการให้คำแนะนำการจัดการดิน น้ำ ระดับไรนาต่อไป โดยกำหนดเนื้อดินเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT) และกลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT) โดยใช้ตัวอย่างจากพื้นที่ทำการเกษตร 34 พื้นที่ แต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน เก็บดิน 3 ระดับความลึก คือ 0-15, 15-30 และ 30-60 cm ความลึกละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน ทำการพล็อตกราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินและกราฟความชื้นดินตามกลุ่มเนื้อดิน พร้อมทั้งหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดิน (Soil Moisture Content, % by volume) และปริมาณน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ (Water Storage, cm  $H_2O$ ) เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาตรน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินที่ระดับความลึก 0-15, 0-30 และ 0-60 cm จนกระทั่งดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของความจุความชื้นสนามของแต่ละกลุ่มเนื้อดิน (Mean of Water Content at Field Capacity,  $FC_{mean}$ ) การคำนวณปริมาตรน้ำดังกล่าวคำนวณโดยใช้ค่าความชื้นดินเฉลี่ยซึ่งได้จากการสุ่มวัดความชื้นดินในสนาม 8 จุด จาก 3 ระดับความลึก (0-15, 0-30 และ 0-60 cm) การคำนวณรอบการให้น้ำครั้งต่อไปของดินคำนวณจากความชื้นของดินที่ลดลง 40-60 % $FC_{mean}$

### ผลการศึกษาของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT)

กลุ่มดินเนื้อละเอียด ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างดินที่ประเมินในภาพรวมแล้วว่าเป็นดินเนื้อละเอียด คือ มีอนุภาคดินขนาดดินเหนียว โดยเฉลี่ยเกินร้อยละ 30 ขึ้นไป ซึ่งจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มนี้จำนวน 16 ตัวอย่าง ซึ่งมีเนื้อดิน (soil texture) ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam : SiCL) ดินร่วนเหนียว (Clay Loam, CL) ดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay, SiC) และดินเหนียว (Clay, C)

#### สมบัติทางกายภาพ

ผลของค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพต่างๆ แสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นรวมของกลุ่มดินเนื้อละเอียดทั้ง 3 ระดับความลึก มีอิทธิพลให้กลุ่มดินเนื้อละเอียดเกิดการแน่นที่บางส่วนจนถึงแน่นที่มากซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืช ค่าสภาพน้ำน้ำขณะอึดตัวด้วยน้ำของดินที่วิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่าชั้นสภาพน้ำน้ำของกลุ่มดินเนื้อละเอียดส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน คือ ที่ระดับ 0-15 cm จะมีชั้นสภาพน้ำน้ำเร็วปานกลาง – เร็วมาก จากนั้นสภาพน้ำน้ำจะลดลงที่ระดับ 15-30 cm และมีแนวโน้มช้าที่สุดที่ระดับ 30-60 cm ค่าวิเคราะห์ AFP และ AWC สามารถใช้ประโยชน์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) ซึ่งกลุ่มดินเนื้อละเอียดส่วนใหญ่ทั้ง 3 ระดับความ

ลึก (0-15, 15-30, 30-60 cm) มีความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพต่ำมาก คือมีปริมาณอากาศในดินและน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และผลรวมค่าเฉลี่ยของ FC ( $FC_{mean}$ ) ที่ระดับความลึก 0-15 cm, 0-30 cm, และ 0-60 cm คือ 34.22, 70.67, และ 108.42 % by volume ตามลำดับ สามารถใช้ประเมินการให้น้ำอย่างง่ายและรอบการให้น้ำสำหรับกลุ่มดินเนื้อละเอียดได้

**ตารางที่ 30** แสดงช่วงค่าพิสัยของผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินเนื้อละเอียดในโครงการวิจัย

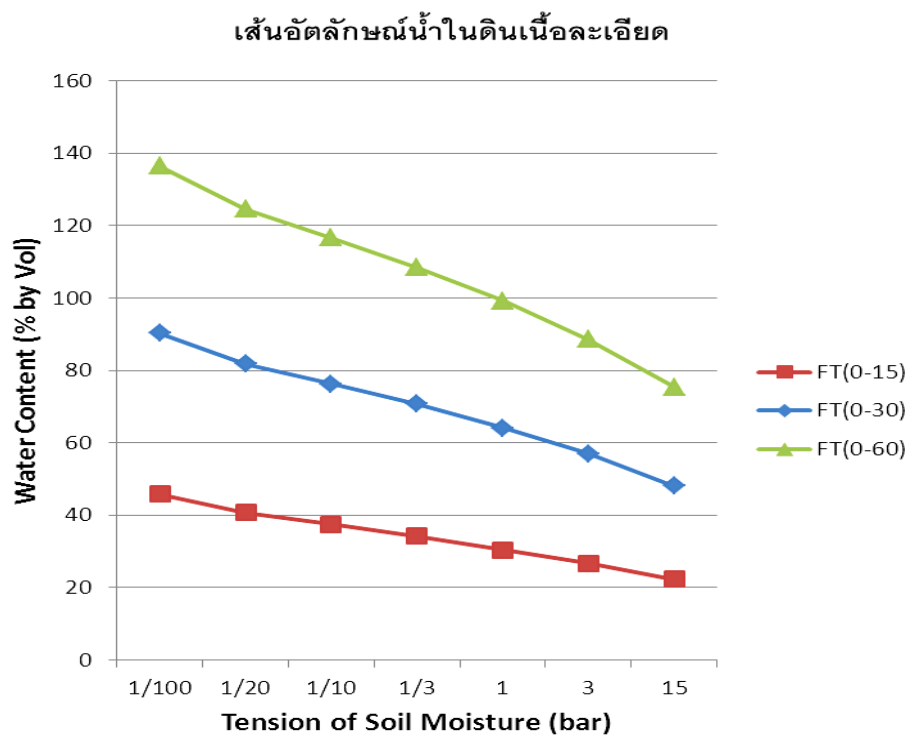
| ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ                                                            | หน่วย         | ระดับความลึกของดิน กลุ่มดินเนื้อละเอียด |               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|---------------|---------------|
|                                                                                       |               | 0-15 cm.                                | 15-30 cm.     | 30-60 cm.     |
| ค่าความหนาแน่นรวมของดิน<br>(Soil Bulk Density, $\rho_b$ )                             | $g\ cm^{-3}$  | 1.05 – 1.56                             | 1.18 – 1.55   | 1.16 – 1.61   |
| ค่าความหนาแน่นของอนุภาคของดิน<br>(Soil Particle Density, $\rho_p$ )                   | $g\ cm^{-3}$  | 2.30 – 2.79                             | 2.33 – 2.76   | 2.31 – 2.68   |
| ปริมาณความชื้นดิน<br>(Soil Water Content, $\theta_w$ )                                | % by weight   | 11.57 – 34.03                           | 13.33 – 34.25 | 14.06 – 37.16 |
| ค่าสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน<br>(Saturated Hydraulic Conductivity, $K_{sat}$ ) | $cm\ hr^{-1}$ | 0.82 – 63.28                            | 0.03 – 41.62  | 0.04 – 13.60  |
| ค่าความพรุนรวมของดิน<br>(Total Soil Porosity)                                         | % by volume   | 41 – 59                                 | 41 – 55       | 39 – 56       |
| ค่าความพรุนช่องบรรจุอากาศของดินที่<br>ความจุความชื้นสนาม (AFP)                        | % by volume   | 7 – 28                                  | 7 – 27        | 4 – 27        |
| ค่าความชื้นที่ความจุความชื้นสนามของดิน<br>(FC)                                        | % by volume   | 27 – 45                                 | 27 – 44       | 27 – 48       |
| ค่าความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (PWP)                                                     | % by volume   | 18 – 29                                 | 20 – 34       | 21 – 38       |
| ค่าความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (AWC)                                                | % by volume   | 6 – 27                                  | 6 – 15        | 6 – 15        |

หมายเหตุ ใช้ช่วงค่าพิสัยเพราะจำนวนตัวอย่าง 16 ตัวอย่าง การสรุปเป็นค่าเฉลี่ยอาจทำให้เกิดการนำข้อมูลไปใช้ผิดได้

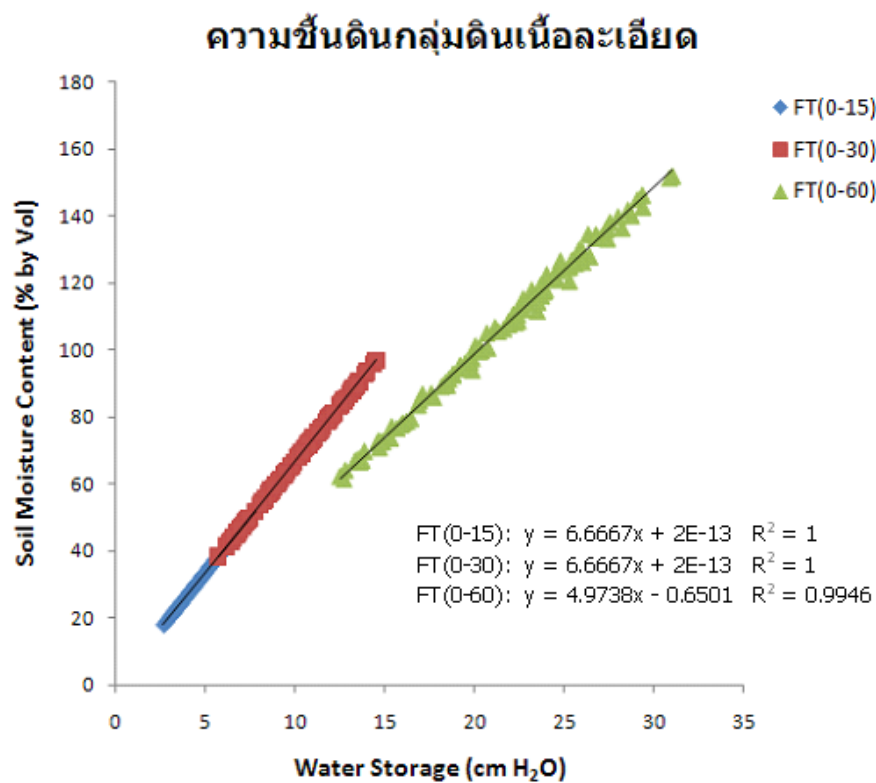
#### เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน

ผลวิเคราะห์ความชื้นที่แรงดึงบรรยากาศต่าง ๆ (Soil Water Retention) และเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน (Soil Water Retention Curve) ตัวอย่างดินกลุ่มดินเนื้อละเอียด FT1 ถึง FT16 ที่แรงดึงบรรยากาศ 1/100, 1/20, 1/10, 1/3, 1, 3, และ 15 bar พบว่า เส้นอัตลักษณ์น้ำของดินเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างดินเนื้อละเอียด FT1 ถึง FT16 ที่ระดับความลึก 0-15, 15-30, และ 30-60 cm เส้นกราฟแสดงปริมาณน้ำในดินที่ลดลงอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีแรงดึงบรรยากาศเพิ่มขึ้น จาก 1/100 ถึง 15 bar แสดงถึงพืชจำเป็นต้องเพิ่มแรงดึงน้ำหรือพลังงานในการดึงน้ำให้มากขึ้น เพื่อให้ น้ำในช่องว่างขนาดเล็กของดินเนื้อละเอียดซึ่งอยู่ใกล้ผิวอนุภาคดินและได้รับแรงดูดยึดจากอนุภาคดินสูงสามารถระบายออกมาได้ในภาวะที่ดินมีความชื้นน้อยๆ

ทั้งนี้ หากนำค่าความชื้นเฉลี่ยของดินทั้ง 3 ระดับความลึก มาหาผลรวมโดยรวมเป็น ความลึก 0-15 ซม. 0-30 ซม. และ 0-60 ซม. จะพบลักษณะเส้นกราฟที่เด่นชัดขึ้น (ภาพที่ 65) โดยเส้นกราฟที่ความลึก 0-15 แสดงรูปแบบเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินโดยทั่วไป ขณะที่กราฟที่ความลึก 0-30 และ 0-60 แสดงผลรวมของความชื้น



ภาพที่ 65 กราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อละเอียด จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตัวอย่าง FT1 ถึง FT16 ที่ 3 ระดับความลึกคือ 0-15, 0-30, และ 0-60 cm



ภาพที่ 66 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินโดยปริมาตร (% by volume) และปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน แสดงเป็นความสูงน้ำ (Water Storage, cm H<sub>2</sub>O) สำหรับกลุ่มดินเนื้อละเอียด

การประเมินปริมาณน้ำที่ต้องให้กับดิน และการประเมินรอบการให้น้ำอย่างง่าย

ข้อมูลเส้นอัตราลักษณะน้ำในดินกลุ่มดินเนื้อละเอียด สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดิน โดยปริมาตร (Soil Water Content, % by volume) และปริมาณการกักเก็บน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ (Water Storage, cm H<sub>2</sub>O) โดยที่ระดับความลึก 0-15 และ 0-30 cm ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรง และมีสมการเส้นตรงเดียวกัน คือ  $Y = 6.6667X$  ( $R^2 = 1$ ) (สมการที่ 1) และที่ระดับความลึก 0-60 cm ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรงเช่นเดียวกันและมีสมการเส้นตรง คือ  $Y = 4.9738X - 0.6501$  ( $R^2 = 0.9946$ ) (สมการที่ 2) เมื่อ Y คือ ความชื้นดินในสภาพสนาม มีหน่วยเป็น % by volume และ X คือ ปริมาณน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ มีหน่วยเป็น cm สมการเส้นตรงที่ได้สามารถนำมาคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการเพิ่มให้กับดินอย่างง่าย เพื่อยกระดับความชื้นดินให้ใกล้เคียงหรือเท่ากับ  $FC_{mean}$

กรณีตัวอย่าง (จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม) หากช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน) ความชื้นเฉลี่ยในดินลึก 15, 30 และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 24.61, 55.37 และ 84.99 % by volume ตามลำดับ ต้องเพิ่มน้ำให้กับดิน 9.61, 15.30 และ 23.43 % by volume ตามลำดับ หรือคิดเป็นความสูงของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเท่ากับ 1.44, 2.30 (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) และ 4.84 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 2) ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 15, 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องให้น้ำเท่ากับ 23, 37 และ 77 m<sup>3</sup> ตามลำดับ เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ  $FC_{mean}$  คือ 34.22, 70.67, และ 108.42 % by volume ตามลำดับ

กรณีตัวอย่าง (จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม) หากช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ความชื้นเฉลี่ยในดินลึก 15, 30 และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 20.62, 41.42 และ 65.16 % by volume ตามลำดับ ต้องเพิ่มน้ำให้กับดิน 13.60, 29.25 และ 43.26 % by volume ตามลำดับ หรือคิดเป็นความสูงของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเท่ากับ 2.04, 4.39 (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) และ 8.83 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 2) ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 15, 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องให้น้ำเท่ากับ 33, 70 และ 141 m<sup>3</sup> ตามลำดับ เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ  $FC_{mean}$  คือ 34.22, 70.67, และ 108.42 % by volume ตามลำดับ

การกำหนดรอบการให้น้ำระดับไร่นา

เมื่อปรับความชื้นดินกลุ่มดินเนื้อละเอียดทั้งในช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน) และช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ให้มีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงความชื้นที่  $FC_{mean}$  แล้ว การกำหนดรอบการให้น้ำครั้งต่อไปจะพิจารณาจากช่วงความชื้นที่ลดลงคือ 40 – 60 %  $FC_{mean}$  ดังนั้นที่ระดับความลึก 0-15, 0-30, และ 0-60 cm มีค่า  $FC_{mean}$  34.22, 70.67, 108.42 % by volume ตามลำดับ จะมีรอบการให้น้ำครั้งต่อไปเมื่อความชื้นดินลดลงอยู่ในช่วง 13.69 – 20.53, 28.27 – 42.40 และ 42.97 – 64.45 % by volume ตามลำดับ

### ผลการศึกษาของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT)

กลุ่มดินเนื้อปานกลาง ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างดินที่ประเมินในภาพรวมแล้วว่าเป็นดินร่วนเนื้อปานกลาง คือ มีอนุภาคดินขนาดดินเหนียน้อยโดยเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 25 และมีอนุภาคขนาดทรายแป้ง โดยเฉลี่ยเกินร้อยละ 30 ขึ้นไป ที่เหลือเป็นอนุภาคขนาดทราย ซึ่งจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มนี้จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งมีเนื้อดิน (soil texture) ได้แก่ ดินร่วน (Loam, L) และดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt Loam, SiL)

## สมบัติทางกายภาพ

ผลของค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพต่างๆ แสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นรวมของตัวอย่างดินเนื้อปานกลางที่ระดับความลึก 0-15 cm มีอิทธิพลให้ตัวอย่างดินดังกล่าวบางส่วนมีลักษณะทางกายภาพดีปนกับดินบางส่วนที่มีความแน่นทึบ ที่ระดับ 15-30 และ 30-60 cm ดินจะเกิดการแน่นทึบบางส่วนจนถึงแน่นทึบมากซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืช และเป็นที่น่าสังเกตว่าที่ระดับ 15-30 cm ดินมีแนวโน้มจะเกิดการแน่นทึบมากกว่าดินชั้นบน (0-15 cm) และดินชั้นล่าง (30-60 cm) ค่าสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำของดินที่วิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างดินส่วนใหญ่ที่ระดับความลึก 0-15 cm จะมีสภาพนำน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง – ซ้ำปานกลาง และสภาพนำน้ำจะลดลงตามระดับความลึกของดิน คือ ที่ระดับ 30-60 cm การนำน้ำจะช้าที่สุด แสดงให้เห็นว่ากลุ่มดินเนื้อปานกลางเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำ เช่น ในสภาพฝนตกชุก การระบายน้ำจากดินชั้นบนสู่ดินชั้นล่างจะระบายได้ช้า และช้ากว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การระบายน้ำของกลุ่มดินเนื้อละเอียด ค่าวิเคราะห์ AFP และ AWC สามารถใช้ประโยชน์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่ากลุ่มดินเนื้อปานกลางส่วนใหญ่ทั้ง 3 ระดับความลึก (0-15, 15-30, 30-60 cm) มีความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพต่ำมาก คือมีปริมาณอากาศในดินและน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และ  $FC_{mean}$  ที่ระดับความลึก 0-15, 0-30 และ 0-60 cm คือ 25.20, 51.19 และ 78.98 % by volume ตามลำดับ สามารถใช้ประเมินการให้น้ำอย่างง่ายและรอบการให้น้ำสำหรับกลุ่มดินเนื้อปานกลางได้

**ตารางที่ 31** แสดงช่วงค่าพิสัยของผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินเนื้อปานกลางในโครงการวิจัย

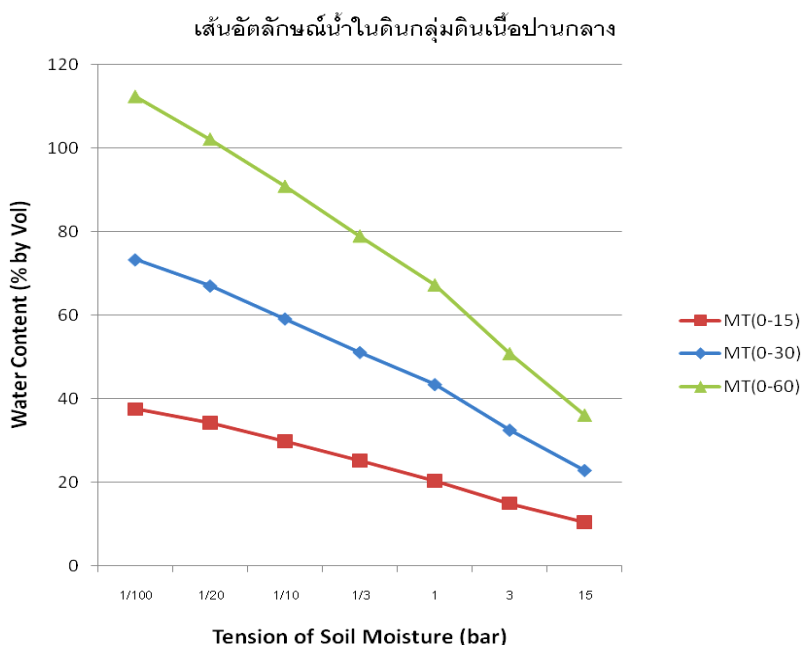
|                                                                                       |               | ระดับความลึกของดิน กลุ่มดินเนื้อปานกลาง |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|--------------|--------------|
| ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ                                                            | หน่วย         | 0-15 cm.                                | 15-30 cm.    | 30-60 cm.    |
| ค่าความหนาแน่นรวมของดิน<br>(Soil Bulk Density, $\rho_b$ )                             | $g\ cm^{-3}$  | 1.24 – 1.55                             | 1.25 – 1.85  | 1.32 – 1.69  |
| ค่าความหนาแน่นของอนุภาคของดิน<br>(Soil Particle Density, $\rho_p$ )                   | $g\ cm^{-3}$  | 2.41 – 2.67                             | 2.50 – 2.69  | 2.39 – 2.71  |
| ปริมาณความชื้นดิน<br>(Soil Water Content, $\theta_w$ )                                | % by weight   | 4.85 – 22.50                            | 5.21 – 20.25 | 5.36 – 25.40 |
| ค่าสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน<br>(Saturated Hydraulic Conductivity, $K_{sat}$ ) | $cm\ hr^{-1}$ | 0.77 – 7.90                             | 0.03 – 6.85  | 0.03 – 5.63  |
| ค่าความพรุนรวมของดิน<br>(Total Soil Porosity)                                         | % by volume   | 41 – 53                                 | 30 – 53      | 36 – 50      |
| ค่าความพรุนช่องบรรจุอากาศของดินที่ความจุความชื้นสนาม (AFP)                            | % by volume   | 15 – 26                                 | 6 – 25       | 5 – 22       |
| ค่าความชื้นที่ความจุความชื้นสนามของดิน (FC)                                           | % by volume   | 20 – 29                                 | 20 – 33      | 20 – 35      |
| ค่าความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (PWP)                                                     | % by volume   | 6 – 15                                  | 7 – 18       | 7 – 20       |
| ค่าความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (AWC)                                                | % by volume   | 9 – 19                                  | 8 – 16       | 13 – 17      |

หมายเหตุ ใช้ช่วงค่าพิสัยเพราะจำนวนตัวอย่าง 7 ตัวอย่าง การสรุปเป็นค่าเฉลี่ยอาจทำให้เกิดการนำข้อมูลไปใช้ผิดได้

### เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน

ผลวิเคราะห์ความชื้นที่แรงดึงบรรยากาศต่าง ๆ (Soil Water Retention) และเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน (Soil Water Retention Curve) ตัวอย่างดินกลุ่มดินเนื้อปานกลาง MT1 ถึง MT7 ที่แรงดึงบรรยากาศ 1/100, 1/20, 1/10, 1/3, 1, 3, และ 15 bar พบว่า เส้นอัตลักษณ์น้ำของดินเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างดินเนื้อปานกลาง MT1 ถึง MT7 ที่ระดับความลึก 0-15, 15-30, และ 30-60 cm เส้นกราฟแสดงปริมาณน้ำในดินที่ลดลงอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีแรงดึงบรรยากาศเพิ่มขึ้น จาก 1/100 ถึง 15 bar และมีความลาดเทสูงกว่าในดินเนื้อละเอียด แสดงถึงพืชจำเป็นต้องเพิ่มแรงดึงน้ำหรือพลังงานในการดึงน้ำให้มากขึ้น เพื่อให้ น้ำในช่องว่างขนาดเล็กของดินเนื้อปานกลางซึ่งอยู่ใกล้ผิวอนุภาคดินและได้รับแรงดูดยึดจากอนุภาคดินสูงสามารถระบายออกมาได้ในภาวะที่ดินมีความชื้นน้อยๆ

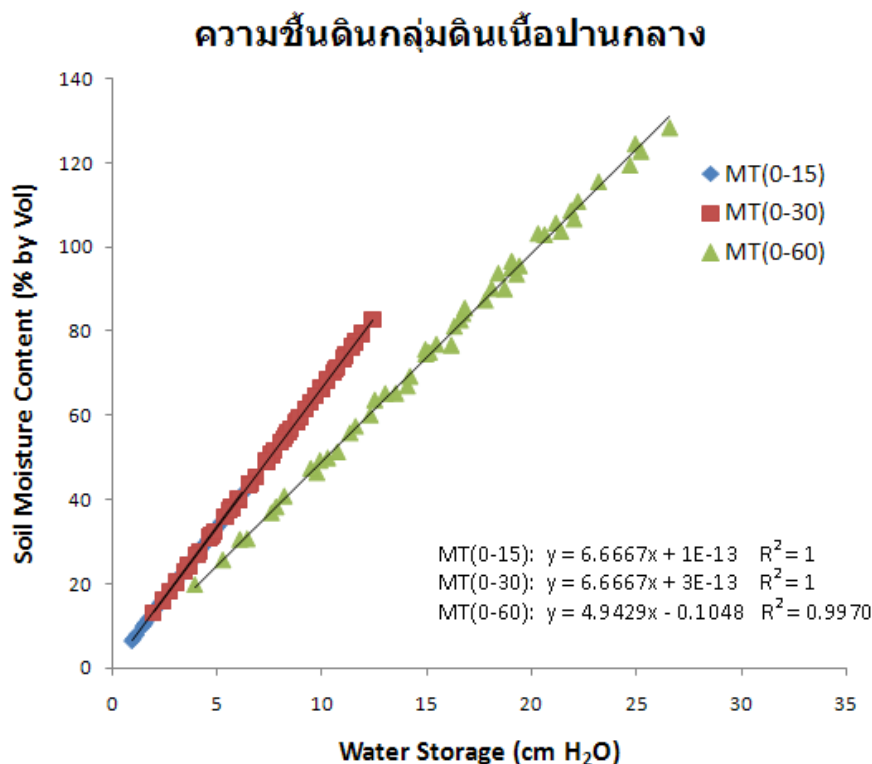
ทั้งนี้ หากนำค่าความชื้นเฉลี่ยของดินทั้ง 3 ระดับความลึก มาหาผลรวมโดยรวมเป็น ความลึก 0-15 ซม. 0-30 ซม. และ 0-60 ซม. จะพบลักษณะเส้นกราฟที่เด่นชัดขึ้น (ภาพที่ 67) โดยเส้นกราฟที่ความลึก 0-15 แสดงรูปแบบเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินโดยทั่วไป ขณะที่กราฟที่ความลึก 0-30 และ 0-60 แสดงผลรวมของความชื้น



ภาพที่ 67 กราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อปานกลาง จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตัวอย่าง MT1 ถึง MT7 ที่ 3 ระดับความลึกคือ 0-15, 0-30, และ 0-60 cm

การประเมินปริมาณน้ำที่ต้องให้กับดิน และการประเมินรอบการให้น้ำอย่างง่าย

ข้อมูลเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อปานกลาง สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดิน โดยปริมาตรและปริมาณการกักเก็บน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ โดยที่ระดับความลึก 0-15 และ 0-30 cm ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรงและมีสมการเส้นตรงเดียวกัน คือ  $Y = 6.6667X$  ( $R^2 = 1$ ) (สมการที่ 1) และที่ระดับความลึก 0-60 cm ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรงเช่นกันและมีสมการเส้นตรง คือ  $Y = 4.9429X - 0.1048$  ( $R^2 = 0.9970$ ) (สมการที่ 2) เมื่อ Y คือ ความชื้นดินในสภาพสนาม มีหน่วยเป็น % by volume และ X คือ ปริมาณน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ มีหน่วยเป็น cm สมการเส้นตรงที่ได้สามารถนำมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่ต้องการเพิ่มให้กับดินอย่างง่าย เพื่อยกระดับความชื้นดินให้ใกล้เคียงหรือเท่ากับ  $FC_{mean}$



**ภาพที่ 68** ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินโดยปริมาตร (% by volume) และปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน แสดงเป็นความสูงน้ำ (Water Storage, cm H<sub>2</sub>O) สำหรับกลุ่มดินเนื้อปานกลาง

กรณีตัวอย่าง (จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม) หากช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน, ฝนทิ้งช่วง) ความชื้นเฉลี่ยในดินลึก 15, 30 และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 25.12, 37.28 และ 49.43 % by volume ตามลำดับ ต้องเพิ่มน้ำให้กับดิน 0.08, 13.91 และ 29.55 % by volume ตามลำดับ หรือคิดเป็นความสูงของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเท่ากับ 0.01, 2.09 (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) และ 6.00 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 2) ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 15, 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องให้น้ำเท่ากับ 0.2, 33 และ 96 m<sup>3</sup> ตามลำดับ เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ  $FC_{mean}$  คือ 25.20, 51.19 และ 78.98 % by volume ตามลำดับ

กรณีตัวอย่าง (จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม) หากช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง, มีการจัดการน้ำโดยเกษตรกร) ความชื้นเฉลี่ยในดินลึก 15, 30 และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 26.26, 51.11 และ 75.01 % by volume ตามลำดับ แสดงว่าที่ความลึก 0-15 cm มีความชื้นเฉลี่ยมากกว่า  $FC_{mean}$  ( $FC_{mean} = 25.20$  % by volume) เท่ากับ 1.06 % by volume อาจเป็นผลมาจากการจัดการน้ำของเกษตรกร ซึ่งปริมาณน้ำที่เกินนี้ คิดเป็นความสูงของน้ำเท่ากับ 0.16 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ให้เกินค่า  $FC_{mean}$  ในพื้นที่ 1 ไร่ มีปริมาตรเท่ากับ 3 m<sup>3</sup> หรือ 3,000 L (1 m<sup>3</sup> = 1,000 L) ที่ความลึก 30 และ 60 cm ต้องเพิ่มน้ำให้กับดินเท่ากับ 0.08 และ 3.97 % by volume ตามลำดับ หรือคิดเป็นความสูงของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเท่ากับ 0.01 (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) และ 0.82 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 2) ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องให้น้ำเท่ากับ 0.2 m<sup>3</sup> หรือ 200 L และ 96 m<sup>3</sup> ตามลำดับ เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ  $FC_{mean}$  คือ 51.19 และ 78.98 % by volume ตามลำดับ

การกำหนดรอบการให้น้ำระดับไร่นา

เมื่อปรับความชื้นดินกลุ่มดินเนื้อปานกลางทั้งในช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน) และช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ให้มีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงความชื้นที่  $FC_{mean}$  แล้ว การกำหนดรอบการให้น้ำครั้งต่อไปจะพิจารณาจากช่วงความชื้นที่ลดลงคือ 40 – 60 %  $FC_{mean}$  ดังนั้นที่ระดับความลึก 0-15, 0-30, และ 0-60 cm มีค่า  $FC_{mean}$  25.20, 51.19 และ 78.98 % by volume ตามลำดับ จะมีรอบการให้น้ำครั้งต่อไปเมื่อความชื้นดินลดลงอยู่ในช่วง 10.08 – 15.12, 20.48 – 30.71 และ 31.59 – 47.39 % by volume ตามลำดับ

### ผลการศึกษาของกลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT)

กลุ่มดินเนื้อหยาบ ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างดินที่ประเมินในภาพรวมแล้วว่าเป็นดินเนื้อหยาบ คือ มีอนุภาคดินขนาดดินเหนียว และอนุภาคขนาดทรายแป้งน้อย โดยเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 25 และมีอนุภาคขนาดทรายมากโดยเฉลี่ยเกินร้อยละ 50 ขึ้นไป ซึ่งจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มนี้จำนวน 11 ตัวอย่าง ซึ่งมีเนื้อดิน (soil texture) ได้แก่ ดินทรายปนร่วน (Loamy Sand, LS) ดินร่วนปนทราย (Sandy Loam, SL) และดินทราย (Sand, S)

#### สมบัติทางกายภาพ

ผลของค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพต่างๆ แสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นรวมของกลุ่มดินเนื้อหยาบทั้ง 3 ระดับความลึก มีอิทธิพลให้กลุ่มดินเนื้อหยาบเกิดการแน่นทึบบางส่วนจนถึงแน่นทึบมากซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืช ค่าสภาพน้ำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำของดินที่วิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่า ชั้นสภาพน้ำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำของกลุ่มดินเนื้อหยาบที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 cm มีช่วงค่าใกล้เคียงกัน คือ ปานกลาง – เร็ว และ ชำปานกลาง – เร็ว ที่ระดับความลึก 30-60 cm ชั้นสภาพน้ำน้ำอยู่ในช่วงช้า – เร็วปานกลาง แสดงให้เห็นว่ากลุ่มดินเนื้อหยาบเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำ เช่น ในสภาพฝนตกชุก การระบายน้ำจากดินชั้นบนสู่ดินชั้นล่างจะระบายได้ดี และระบายน้ำได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินเนื้อปานกลาง ค่าวิเคราะห์ AFP และ AWC สามารถใช้ประโยชน์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) ซึ่งกลุ่มดินเนื้อหยาบส่วนใหญ่ทั้ง 3 ระดับความลึก (0-15, 15-30, 30-60 cm) มีความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพต่ำมาก คือมีปริมาณอากาศในดินและน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และค่า  $FC_{mean}$  ที่ระดับความลึก 0-15 cm, 0-30 cm, และ 0-60 cm คือ 17.35, 35.97, และ 55.01 % by volume ตามลำดับ สามารถใช้ประเมินการให้น้ำอย่างง่ายและรอบการให้น้ำสำหรับกลุ่มดินเนื้อหยาบได้

ตารางที่ 32 แสดงช่วงค่าพิสัยของผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินเนื้อหยาบในโครงการวิจัย

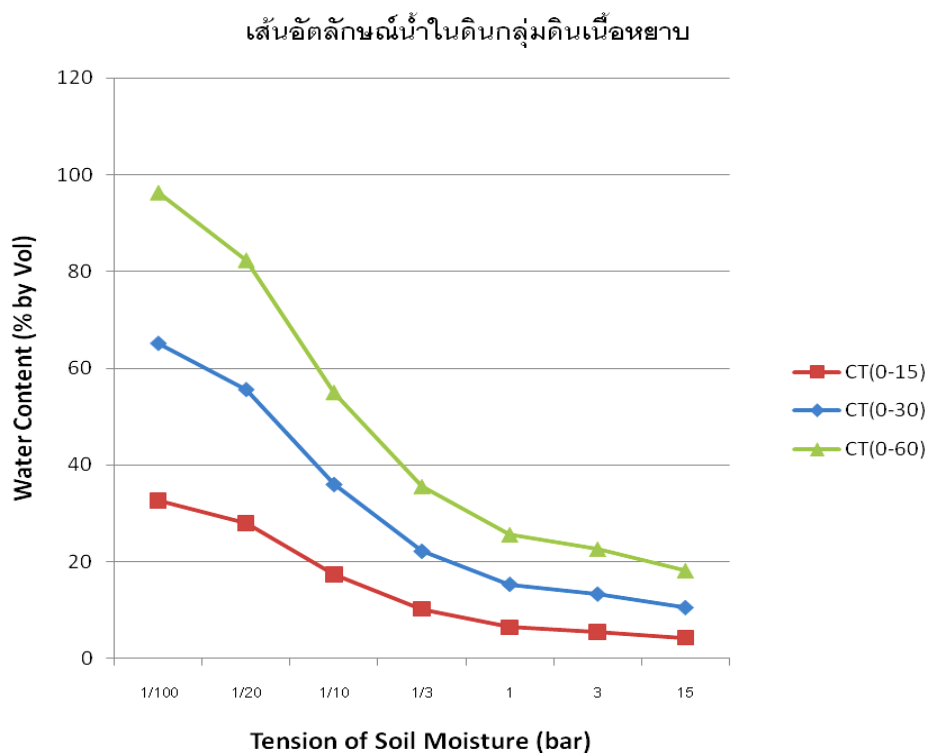
|                                                                                       |                     | ระดับความลึกของดิน กลุ่มดินเนื้อหยาบ |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
|                                                                                       |                     | 0-15 cm.                             | 15-30 cm.    | 30-60 cm.    |
| ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ                                                            | หน่วย               |                                      |              |              |
| ค่าความหนาแน่นรวมของดิน<br>(Soil Bulk Density, $\rho_b$ )                             | $\text{g cm}^{-3}$  | 1.31 – 1.60                          | 1.35 – 1.72  | 1.43 – 1.81  |
| ค่าความหนาแน่นของอนุภาคของดิน<br>(Soil Particle Density, $\rho_p$ )                   | $\text{g cm}^{-3}$  | 2.57 – 2.93                          | 2.51 – 2.78  | 2.52 – 2.71  |
| ปริมาณความชื้นดิน<br>(Soil Water Content, $\theta_w$ )                                | % by weight         | 0.90 – 14.18                         | 3.51 – 12.01 | 4.97 – 11.96 |
| ค่าสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน<br>(Saturated Hydraulic Conductivity, $K_{sat}$ ) | $\text{cm hr}^{-1}$ | 2.83 – 18.04                         | 1.74 – 19.23 | 0.46 – 12.32 |
| ค่าความพรุนรวมของดิน<br>(Total Soil Porosity)                                         | % by volume         | 39 - 50                              | 35 - 49      | 31 - 46      |
| ค่าความพรุนช่องบรรจุอากาศของดินที่<br>ความจุความชื้นสนาม (AFP)                        | % by volume         | 21 - 34                              | 10 - 34      | 8 - 32       |
| ค่าความชื้นที่ความจุความชื้นสนามของดิน<br>(FC)                                        | % by volume         | 13 - 23                              | 15 - 24      | 14 - 24      |
| ค่าความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (PWP)                                                     | % by volume         | 2 - 10                               | 2 - 16       | 2 - 16       |
| ค่าความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (AWC)                                                | % by volume         | 9 - 16                               | 9 - 16       | 7 - 15       |

หมายเหตุ ใช้ช่วงค่าพิสัยเพราะจำนวนตัวอย่าง 11 ตัวอย่าง การสรุปเป็นค่าเฉลี่ยอาจทำให้เกิดการนำข้อมูลไปใช้ผิดได้

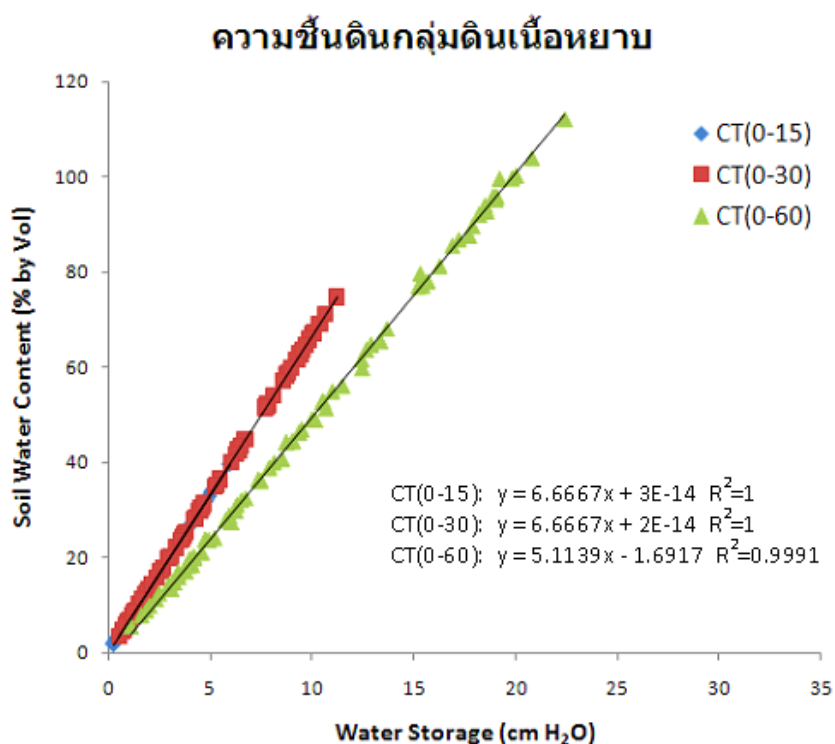
#### เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน

ผลวิเคราะห์ความชื้นที่แรงดึงบรรยากาศต่าง ๆ (Soil Water Retention) และเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดิน (Soil Water Retention Curve) ตัวอย่างดินกลุ่มดินเนื้อหยาบ CT1 ถึง CT11 ที่แรงดึงบรรยากาศ 1/100, 1/20, 1/10, 1/3, 1, 3, และ 15 bar พบว่า เส้นอัตลักษณ์น้ำของดินเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างดินเนื้อหยาบ CT1 ถึง CT11 ที่ระดับความลึก 0-15, 15-30, และ 30-60 cm เส้นกราฟแสดงปริมาณน้ำในดินที่ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก เมื่อมีแรงดึงบรรยากาศเพิ่มขึ้น จาก 1/100 ถึง 1/10 bar แล้วจึงลดลงอย่างช้าๆ ในช่วงแรงดึงบรรยากาศ 1/3 ถึง 15 bar ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงแรก ดินสูญเสียน้ำในช่องว่างขนาดใหญ่ไปอย่างรวดเร็ว จากนั้นดินจะเหลือความชื้นที่สามารถปลดปล่อยออกมาได้อีกเพียงเล็กน้อย และเป็นความชื้นที่ใกล้เคียงกับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวรมาก

ทั้งนี้ หากนำค่าความชื้นเฉลี่ยของดินทั้ง 3 ระดับความลึก มาหาผลรวมโดยรวมเป็น ความลึก 0-15 ซม. 0-30 ซม. และ 0-60 ซม. จะพบลักษณะเส้นกราฟที่เด่นชัดขึ้น (ภาพที่ 69) โดยเส้นกราฟที่ความลึก 0-15 แสดงรูปแบบเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินโดยทั่วไป ขณะที่กราฟที่ความลึก 0-30 และ 0-60 แสดงผลรวมของความชื้น



ภาพที่ 69 กราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินกลุ่มดินเนื้อหยาบ จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตัวอย่าง CT1 ถึง CT11 ที่ความลึก 3 ระดับคือ 0-15, 0-30, และ 0-60 cm



ภาพที่ 70 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินโดยปริมาตร (% by volume) และปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน แสดงเป็นความสูงน้ำ (Water Storage, cm H<sub>2</sub>O) สำหรับกลุ่มดินเนื้อหยาบ

การประเมินปริมาณน้ำที่ต้องให้กับดิน และการประเมินรอบการให้น้ำอย่างง่าย

ข้อมูลเส้นอัตราลักษณะน้ำในดินกลุ่มดินเนื้อหยาบ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินโดยปริมาตรและปริมาณการกักเก็บน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ โดยที่ระดับความลึก 0-15 และ 0-30 cm ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรงและมีสมการเส้นตรงเดียวกัน คือ  $Y = 6.6667X$  ( $R^2 = 1$ ) (สมการที่ 1) และที่ระดับความลึก 0-60 cm ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรงเช่นกันและมีสมการเส้นตรง คือ  $Y = 5.1139X - 1.6917$  ( $R^2 = 0.9991$ ) (สมการที่ 2) เมื่อ  $Y$  คือ ความชื้นดินในสภาพสนาม มีหน่วยเป็น % by volume และ  $X$  คือ ปริมาณน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ มีหน่วยเป็น cm สมการเส้นตรงที่ได้สามารถนำมาคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการเพิ่มให้กับดินอย่างง่าย เพื่อยกระดับความชื้นดินให้ใกล้เคียงหรือเท่ากับ  $FC_{mean}$

กรณีตัวอย่าง (จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม) หากช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน) ความชื้นเฉลี่ยในดินลึก 15, 30 และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 18.53, 26.64 และ 34.17 % by volume ตามลำดับ แสดงว่าที่ความลึก 0-15 cm มีความชื้นเฉลี่ยมากกว่า  $FC_{mean}$  ( $FC_{mean} = 17.35$  % by volume) เท่ากับ 1.18 % by volume ซึ่งปริมาณน้ำที่เกินนี้คิดเป็นความสูงของน้ำเท่ากับ 0.18 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ให้เกินค่า  $FC_{mean}$  ในพื้นที่ 1 ไร่ มีปริมาตรเท่ากับ  $3 \text{ m}^3$  หรือ 3,000 L ( $1 \text{ m}^3 = 1,000 \text{ L}$ ) ที่ความลึก 30 และ 60 cm ต้องเพิ่มน้ำให้กับดินเท่ากับ 9.33 และ 20.84 % by volume ตามลำดับ หรือคิดเป็นความสูงของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเท่ากับ 1.40 (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) และ 4.41 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 2) ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องให้น้ำเท่ากับ 22 และ 71  $\text{m}^3$  ตามลำดับ เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ  $FC_{mean}$  คือ 35.97 และ 55.01 % by volume ตามลำดับ

กรณีตัวอย่าง (จากการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม) หากช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ความชื้นเฉลี่ยในดินลึก 15, 30 และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 3.73, 11.48 และ 19.07 % by volume ตามลำดับ ต้องเพิ่มน้ำให้กับดิน 13.62, 24.49 และ 35.94 % by volume ตามลำดับ หรือคิดเป็นความสูงของน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเท่ากับ 2.04, 3.67 (คำนวณโดยใช้สมการที่ 1) และ 7.36 cm (คำนวณโดยใช้สมการที่ 2) ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ย ( $V_w$ ) ที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 15, 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องให้น้ำเท่ากับ 33, 59 และ 118  $\text{m}^3$  ตามลำดับ เพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ  $FC_{mean}$  คือ 17.35, 35.97 และ 55.01 % by volume ตามลำดับ

การกำหนดรอบการให้น้ำระดับไร่นา

เมื่อปรับความชื้นดินกลุ่มดินเนื้อหยาบทั้งในช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน) และช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ให้มีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงความชื้นที่  $FC_{mean}$  แล้ว การกำหนดรอบการให้น้ำครั้งต่อไปจะพิจารณาจากช่วงความชื้นที่ลดลงคือ 40 – 60 %  $FC_{mean}$  ดังนั้นที่ระดับความลึก 0-15, 0-30, และ 0-60 cm มีค่า  $FC_{mean}$  17.35, 35.97, และ 55.01 % by volume ตามลำดับ จะมีรอบการให้น้ำครั้งต่อไปเมื่อความชื้นดินลดลงอยู่ในช่วง 6.94 – 10.41, 14.39 – 21.58 และ 22.00 – 33.01 % by volume ตามลำดับ

การประเมินรอบการให้น้ำระดับไรนาโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน เป็นการศึกษาเพื่อสร้างแนวทางต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงให้นำไปสู่การจัดการน้ำในไรนาได้ โดยอาศัยการประเมินเบื้องต้นจากสมบัติดินประจำชุดดิน ซึ่งผู้วิจัย (ชนิดา จรรย์วรพรรณ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทดลองกลุ่มตัวอย่างดินตามเนื้อดิน 3 กลุ่ม คือ ดินเนื้อละเอียด เนื้อปานกลาง และเนื้อหยาบ ซึ่งในกรณีของความหนาแน่นรวมของดินได้ประเมินเปรียบเทียบกับ Handreck and Black (1984) และ Hunt and Gilkes (1992) ที่รายงานว่า ดินเนื้อละเอียดที่มีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง  $1.2 - 1.4 \text{ g cm}^{-3}$  มีผลให้ดินบางส่วนเกิดการแน่นทึบ และดินเนื้อละเอียดที่มีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง  $1.4 - 1.6 \text{ g cm}^{-3}$  มีผลให้ดินเกิดการแน่นทึบมาก ซึ่งตัวอย่างดินทั้ง 16 ตัวอย่าง มีลักษณะความแน่นทึบแตกต่างกันไป ตั้งแต่การแน่นทึบบางส่วนจนถึงแน่นทึบมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเนื้อดินแล้ว ดินที่มีเนื้อดินเหนียวมีความแน่นทึบน้อยกว่าดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างดินเนื้อละเอียดที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มาจากดินที่มีพัฒนาการสูงทำให้มีโครงสร้างดี ขณะที่ดินเนื้อปานกลางซึ่งมีเนื้อดินร่วนและร่วนปนทรายแป้ง เมื่อเปรียบเทียบกับ Handreck and Black (1984) และ Hunt and Gilkes (1992) ที่รายงานว่า ดินเนื้อปานกลางที่มีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง  $1.2 - 1.4 \text{ g cm}^{-3}$  ดินมีลักษณะทางกายภาพดีไม่เป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืช ความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง  $1.4 - 1.6 \text{ g cm}^{-3}$  และ  $1.6 - 1.8 \text{ g cm}^{-3}$  ดินจะเกิดการแน่นทึบบางส่วนจนถึงแน่นทึบมาก พบว่าตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองมีความแน่นทึบบางส่วน และมีแนวโน้มว่าในชั้นดินล่างตัวอย่างดินมีความแน่นทึบมากขึ้นตามลักษณะของดินที่มีพัฒนาการ มีการสะสมดินเหนียวในดินล่าง ขณะที่ดินเนื้อหยาบที่เป็นดินเนื้อทราย ทรายปนร่วน และร่วนปนทราย Handreck and Black (1984) และ Hunt and Gilkes (1992) ได้รายงานว่า ดินเนื้อหยาบที่มีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง  $1.4 - 1.6 \text{ g cm}^{-3}$  เป็นดินที่มีลักษณะทางกายภาพดีไม่เป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืช ถ้ามีความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง  $1.6 - 1.8 \text{ g cm}^{-3}$  ดินจะมีลักษณะแน่นทึบ และถ้ามีความหนาแน่นรวม  $> 1.8 \text{ g cm}^{-3}$  ดินจะแน่นทึบมากเป็นอุปสรรคต่อการซึมน้ำของรากพืช ซึ่งตัวอย่างดินเนื้อหยาบที่ใช้ มีลักษณะทางกายภาพที่ดีในดินบน และมีลักษณะที่แน่นทึบมากขึ้นตามความลึก ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าตัวอย่างดินนั้นเข้าสู่กับเป็นดินดานเนื่องจากการไถพรวน เพราะตัวอย่างดินที่เก็บได้มาจากพื้นที่ที่มีการใช้พาสปูก้อนสำปะหลัง อ้อย และสับปะรด ประกอบกับเป็นชั้นดินล่างที่มีการสะสมดินเหนียว อย่างไรก็ตาม มีเพียงตัวอย่างเดียวที่พบความหนาแน่นรวมมากกว่า 1.8

### 3.2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแนวทางการจัดการน้ำในพืชไร่เศรษฐกิจ

การจัดการน้ำชลประทานในระดับไร่นา เป็นประเด็นที่นับวันจะมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้ เพราะในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่ง การให้น้ำชลประทานนั้นบ่อยครั้งที่มีการให้น้ำมากเกินไป หรือมีการให้น้ำชลประทานเมื่อไม่มีความจำเป็น ทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนโดยใช่เหตุ และทำให้น้ำสำรองที่จำเป็นต้องเก็บไว้ใช้ในฤดูแล้งหมดไปอย่างรวดเร็ว การบริหารจัดการน้ำในไร่นาอาจจะทำได้โดยการใช้เครื่องมือตรวจวัดในไร่นา และประเมินปริมาณน้ำที่มีในดินอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่การบริหารจัดการดังกล่าวจำเป็นต้องมีการลงทุนมาก และอาจจะให้ผลไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการปลูกพืชไร่ทั่วไป การใช้แบบจำลองการปลูกพืช เพื่อประเมินการให้น้ำในแต่ละช่วงเวลา ประกอบกับการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนอย่างง่าย ๆ อาจจะเป็นแนวทางที่เป็นไปได้ในการจัดการน้ำในระดับไร่นาที่เหมาะสม ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กันทั้งสมบัติของดิน และชนิดของพืช จึงได้จัดทำการศึกษาทดลองที่ใช้แบบจำลองการปลูกพืช กำหนดช่วงเวลาให้น้ำแก่พืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ภายใต้เงื่อนไขปัจจัยดินมีสมบัติที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ คือ ดินเหนียวสีแดง ดินเหนียวสีดำ และดินร่วนปนทราย มีแปลงทดลองใน 4 พื้นที่ ซึ่งมุ่งเน้นทดลองหาความแตกต่างของการให้น้ำในจังหวัดที่ดินมีความชื้นลดลงถึงระดับที่กำหนด เพื่อหาระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการให้น้ำสำหรับแต่ละชนิดของพืช ในแต่ละชนิดของดิน

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การกำหนดแนวทางการพัฒนาข้อมูลคำแนะนำการจัดการน้ำ ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดการน้ำระดับไร่นา ในพืชไร่เศรษฐกิจ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (กฤติโสภณ ดวงกมล) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างดิน ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนผลการวิเคราะห์ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การจัดการน้ำระดับไร่นา ในพืชไร่เศรษฐกิจ” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษาภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. การทำแปลงทดลองในการบริหารจัดการน้ำยังมีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการมาเกี่ยวข้อง เช่น การมีฝนตกหลงฤดู เป็นต้น ดังนั้น การจัดทำคำแนะนำการจัดการน้ำ ยังอาจต้องอาศัยการใช้แบบจำลองเป็นหลัก โดยพร้อมยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากแบบจำลอง เพราะหากใช้แบบจำลองแล้วพยายามทดสอบในสภาพสนามเพื่อให้มั่นใจก่อนนำไปแนะนำนั้น อาจไม่สามารถให้คำแนะนำใดๆ ได้ เพราะปัจจัยเสริมอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ไม่อาจคุมได้ แม้จะได้มีการทดสอบหลายครั้งก็ตาม การวิจัยเพื่อหาคำแนะนำการจัดการน้ำนั้น ควรเน้นการศึกษาเชิงกลไกเพื่อเข้าใจพฤติกรรมของน้ำในดินของดินที่สมบัติแตกต่างกันแทน แล้วสร้างเป็นแบบจำลองสำหรับให้คำแนะนำการจัดการน้ำ และอาจใช้การวิจัยเชิงสังเกตการณ์ในการติดตามการจัดการน้ำของเกษตรกรที่นำคำแนะนำไปใช้ แทนการทดลองโดยตรง

2. การพัฒนาคำแนะนำการจัดการน้ำสำหรับใช้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงนั้น ยังคงต้องได้รับการศึกษาอีกมากเพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของน้ำในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งพฤติกรรมของน้ำในดินนั้นไม่อาจพิจารณาจากข้อมูลทางกายภาพของดินในชั้นดินใดชั้นดินหนึ่งได้ หรือแม้แต่มียุคชั้นดินที่ศึกษาร่วมกัน แต่ต้องเป็นการศึกษาพฤติกรรมของน้ำในดินตลอดทั้งหน้าตัดดิน ภายในสภาพพื้นที่และช่วงเวลาหนึ่งๆ

กล่าวคือ ต้องพิจารณาข้อมูลน้ำในดินเป็น 4 มิติ คือ 1) มิติเฉพาะจุด คือ ข้อมูลดินที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ณ ชั้นใดชั้นหนึ่ง 2) มิติความลึก คือ ข้อมูลดินที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่สัมพันธ์กันในแนวดิ่งตลอดหน้าตัดดิน 3) มิติแนวราบ คือ ข้อมูลดินในเชิงพื้นที่ เนื่องจากน้ำสามารถเคลื่อนที่ในแนวราบหรือไปทางด้านข้างได้ด้วย ไม่ใช่เฉพาะเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง เพราะฉะนั้นบริเวณที่จ่ายน้ำ พื้นที่น้ำซึมผ่าน และบริเวณรับน้ำ จึงมีน้ำในระบบไม่เหมือนกันแม้จะเป็นดินเดียวกันก็ตาม 4) มิติของเวลา เนื่องจากน้ำมีการเคลื่อนที่ได้ ซึ่งต้องอาศัยเวลาในการเคลื่อนที่ ตลอดจนช่วงเวลาที่แตกต่างกันจะมีสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ไป เช่น น้ำฝน ลม อุณหภูมิดิน เป็นต้น รวมทั้งการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละช่วงเวลาก็มีการใช้น้ำแตกต่างกัน

3. การทดลองนี้ นอกจากศึกษาผลของการบริหารจัดการน้ำแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับการจัดการปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีด้วย ซึ่งในบางผลการทดลองส่งผลในเชิงปฏิสัมพันธ์กับการจัดการน้ำด้วย ซึ่งเน้นย้ำถึงการศึกษาพฤติกรรมของน้ำในดินกับสมบัติด้านต่างๆ ของดินเป็นสำคัญ เพื่อใช้ในการจัดทำคำแนะนำต่อไป

4. การกำหนดรอบการให้น้ำของดิน หากทำโดยการใช้แบบจำลองทั้งหมดนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณาถึงปริมาณน้ำฝนในช่วงการเพาะปลูกด้วย ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในรูปแบบที่เกษตรกรทำได้ และต้องมีคำแนะนำที่ยืดหยุ่นเมื่อมีปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันในช่วงของการให้น้ำ ซึ่งการใช้เป็นระบบโปรแกรมอย่างเช่นโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง จะมีประโยชน์ในการช่วยคำนวณการให้น้ำได้ เมื่อมีสภาพฝนที่แตกต่างกัน โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจึงควรมีการเพิ่มเติมฟังก์ชันนี้ในโปรแกรม

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

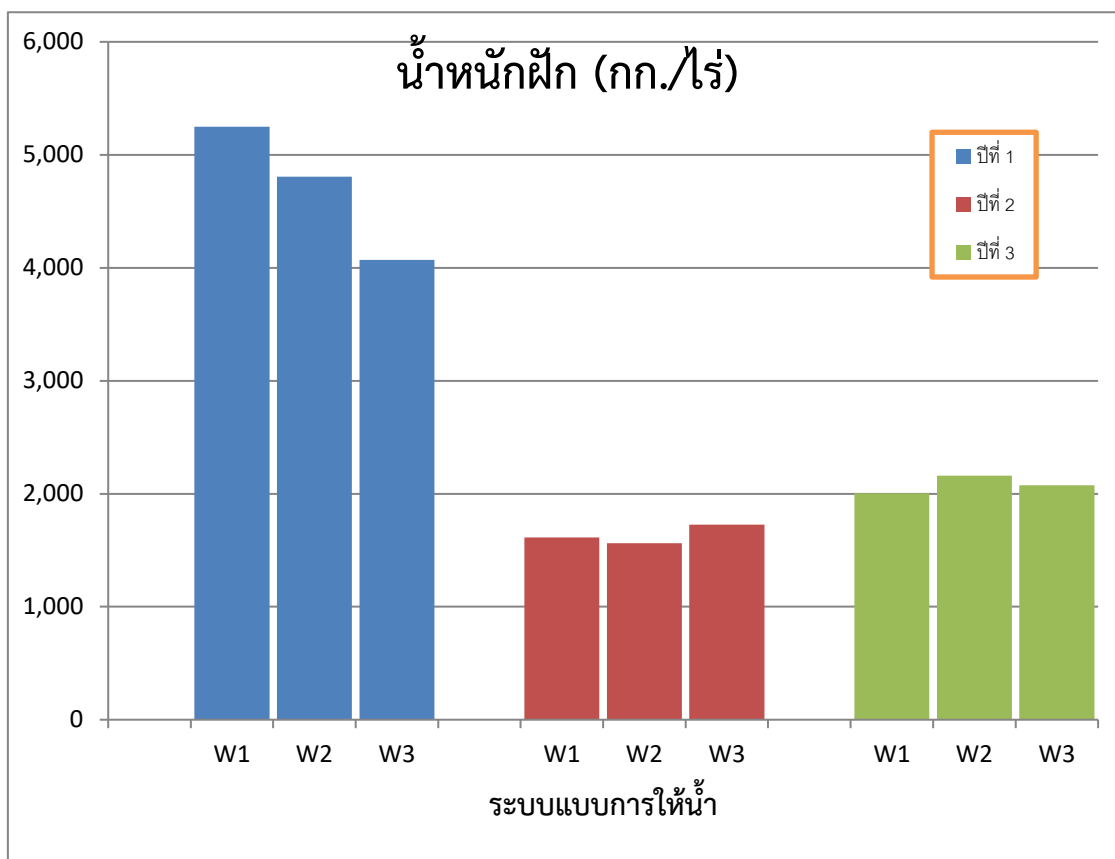
การทดลองดำเนินการในดินมีสมบัติที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ คือ ดินเหนียวสีแดง ดินเหนียวสีดำ และดินร่วนปนทราย มีแปลงทดลองใน 4 พื้นที่ โดยพืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ทั้งนี้ ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณ ซึ่งต้องมีการวางระบบน้ำ ทำให้ไม่สามารถศึกษาครบทุกชนิดพืชในแต่ละลักษณะของดินได้

### ผลการศึกษาการจัดการน้ำในแปลงปลูกข้าวโพดในดินเหนียวสีแดง

ด้วยข้อจำกัดด้านทรัพยากรในการวิจัย การศึกษาในข้าวโพดจึงดำเนินการได้เฉพาะบนดินเหนียวสีแดง ขณะเดียวกันดินเหนียวสีแดงก็มีการศึกษาในประเด็นของน้ำเฉพาะข้าวโพดในครั้งนี้ ซึ่งจากการใช้แบบจำลองการปลูกพืช ศึกษาลักษณะและสมบัติของดินเหนียวสีแดงแล้ว จึงกำหนดระยะเวลาในการให้น้ำในแต่ละรอบขึ้น โดยกำหนดให้มีการให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดเหลือร้อยละ 40 60 และ 80 นอกจากนี้ยังได้มีการทำการทดลองย่อยเรื่องปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการทดลองด้วย ซึ่งผลการทดลองในประเด็นการบริหารจัดการน้ำ ไม่เห็นผลที่ชัดเจนนัก กล่าวคือ ผลผลิตโดยรวมจากการศึกษา 3 ปี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การให้น้ำบ่อยครั้ง คือ กำหนดรอบการให้น้ำเมื่อดินมีความชื้นลดลงร้อยละ 40 ของค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWC) จะให้ผลผลิตสูงสุด (ภาพที่ 71)

โดยสรุปแล้ว ในดินเหนียวสีแดง การให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดลงถึงร้อยละ 40 ของ AWC ยังคงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร ทั้งนี้ทั้งนั้น การให้น้ำที่มีรอบความถี่ของการให้น้ำสูงขึ้น คือ ให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดลงถึงร้อยละน้อยกว่า 40 เช่น ร้อยละ 20 เป็นต้น ยังไม่ได้มีการศึกษาทดลอง จึงไม่อาจทราบได้ว่าจะยังคงให้แนวโน้มผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือไม่ หรืออาจมีแนวโน้มที่ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงหรือไม่

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในสองปีการทดลองแรก แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในปีการทดลองที่สาม อย่างไรก็ตามผลการทดลองในทุกปี พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ภายใต้การจัดการน้ำแบบเดียวกัน



ภาพที่ 71 แสดงแนวโน้มน้ำหนักฝักข้าวโพดหวาน ภายใต้ระบบการให้น้ำแตกต่างกัน (W1 ให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดเหลือร้อยละ 40 W2 ที่ร้อยละ 60 และ W3 ที่ร้อยละ 80)

#### ผลการศึกษาการจัดการน้ำในแปลงปลูกอ้อย

การศึกษาทดลองการจัดการน้ำในแปลงอ้อย มีการศึกษาใน 3 พื้นที่ บน 2 ลักษณะดิน คือ ดินร่วนปนทราย 2 แปลง และดินเหนียวสีด้าอีก 1 แปลง ซึ่งผลจากการใช้แบบจำลองการปลูกพืช ศึกษาลักษณะและสมบัติของดินแล้ว จึงกำหนดระยะเวลาในการให้น้ำในแต่ละรอบขึ้น โดยกำหนดให้มีการให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดเหลือร้อยละ 35 และ 50 นอกจากนี้ยังได้มีการทำการทดลองย่อยเรื่องปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการทดลองด้วย ซึ่งผลการทดลองในประเด็นการบริหารจัดการน้ำ ไม่เห็นผลที่ชัดเจนนัก กล่าวคือ ผลผลิตโดยรวมการแปลงทดลองทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การให้น้ำโดยการกำหนดรอบให้น้ำเมื่อดินมีความชื้นลดลงร้อยละ 50 ของค่า AWC จะให้ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำบ่อยครั้งในรอบการให้น้ำเมื่อดินมีความชื้นลดลงร้อยละ 35 ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่า การให้น้ำที่บ่อยเกินไปจะทำให้มีช่วงเวลาหนึ่งในการที่รากแช่ขังน้ำ กำลังในการให้ผลผลิตจึงลดลง โดยสรุปแล้ว ในดินร่วนปนทรายและดินเหนียวสีด้า การให้น้ำอ้อยเมื่อความชื้นในดินลดลงถึงร้อยละ 50 ของ AWC ยังคงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการจัดการปุ๋ย พบว่า ในดินร่วนปนทราย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี จะมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว แต่ในดินเหนียวสีดำซึ่งมีอินทรีย์วัตถุสูงอยู่แล้ว การให้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำเพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่า ไม่ว่าจะมีการบริหารจัดการน้ำอย่างไร ผลการทดลองจึงยืนยันในแนวทางการบริหารจัดการอินทรีย์วัตถุในดินเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดิน

### ผลการศึกษาการจัดการน้ำในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

การศึกษาทดลองการจัดการน้ำในแปลงมันสำปะหลัง มีการศึกษาใน 2 พื้นที่ บนดินร่วนปนทราย ซึ่งผลจากการใช้แบบจำลองการปลูกพืช ศึกษาลักษณะและสมบัติของดินแล้ว จึงกำหนดระยะเวลาในการให้น้ำในแต่ละรอบขึ้น โดยกำหนดให้มีการให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดเหลือร้อยละ 35 และ 50 นอกจากนี้ยังได้มีการทำการทดลองย่อยเรื่องปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการทดลองด้วย ซึ่งผลการทดลองในประเด็นการบริหารจัดการน้ำ ไม่เห็นผลที่ชัดเจนนัก กล่าวคือ ผลผลิตโดยรวมการแปลงทดลองทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การให้น้ำโดยการกำหนดรอบให้น้ำเมื่อดินมีความชื้นลดลงร้อยละ 50 ของค่า AWC จะให้ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำบ่อยครั้งในรอบการให้น้ำเมื่อดินมีความชื้นลดลงร้อยละ 35 ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่า การให้น้ำที่บ่อยเกินไปจะทำให้มีช่วงเวลาหนึ่งในการที่รากแช่ขังน้ำ กำลังในการให้ผลผลิตจึงลดลง โดยสรุปแล้ว ในดินร่วนปนทรายการให้น้ำมันสำปะหลังเมื่อความชื้นในดินลดลงถึงร้อยละ 50 ของ AWC ยังคงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการจัดการปุ๋ย แม้จะพบความแตกต่างทางสถิติ คือ การกำหนดรอบการให้น้ำเมื่อดินมีความชื้นลดลงร้อยละ 50 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว จะให้ผลผลิตสูงสุดและแตกต่างจากวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ให้ผลการทดลองที่มีผลผลิตที่เชื่อมั่นในการแนะนำได้มากกว่า คือ ไม่ว่าจะบริหารจัดการน้ำในลักษณะใด การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจะให้ผลผลิตในระดับสูงใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของมันสำปะหลัง ทำให้ไม่ว่าจะให้น้ำถี่หรือห่าง ผลของการให้น้ำก็แสดงออกในลักษณะเดียวกัน

การศึกษาแนวทางการจัดการน้ำในไร่นา เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความชื้นที่เหมาะสมเพื่อกำหนดรอบการให้น้ำ โดยพิจารณาจากค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWC) ที่เหลืออยู่ในขณะนั้นของดิน ในช่วงฤดูหนาวระดับความชื้นที่ควรให้น้ำคือ ร้อยละ 40 ของ AWC ซึ่งสอดคล้องกับบรรณพิชญ์และคณะ (2559) ที่พบว่า การให้น้ำที่ระดับช่วงความชื้นดินที่ลดลงร้อยละ 40 ของ AWC ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากการให้น้ำระดับช่วงความชื้นดินลดลงร้อยละ 60 ของ AWC แต่มีความแตกต่างหากให้น้ำที่ระดับช่วงความชื้นดินที่ลดลงร้อยละ 80 ของ AWC

กรณีของอ้อยจากการทดลองพบว่า การให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงถึงร้อยละ 50 ของ AWC เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร ซึ่งต่างจากผลการศึกษาของกอบเกียรติและคณะ (2555) ซึ่งพบว่า การให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงไปร้อยละ 37.5 ของ AWC มีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 สูงที่สุดในอ้อยปลูก และการให้น้ำที่ถี่ขึ้น คือ ให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงไปร้อยละ 25 ของ AWC ในอ้อยต่อมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด

กรณีของมันสำปะหลังจากการทดลองพบว่า การให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงถึงร้อยละ 50 ของ AWC เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร ซึ่งสอดคล้องกับวิทยา (มปป.) ที่รายงานว่าการให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 50 ของ AWC ให้ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือน มากกว่าการให้น้ำเมื่อ

ความชื้นลดลงร้อยละ 25 ของ AWC แต่แตกต่างจากรายงานของวัลลีย์ (2558) ซึ่งพบว่าการให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงไปร้อยละ 37.5 ของ AWC ให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการให้น้ำที่มากกว่า ทั้งนี้ มีความเป็นไปได้ว่า การทดลองของวิทยาไม่มีช่วงของการให้น้ำเมื่อความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 35 หรือ 37.5 ของ AWC จึงส่งผลให้ความชื้นที่ร้อยละ 50 ให้ผลที่ดีกว่า แต่ผลการศึกษาของวิทยาสอดคล้องกับรายงานของวัลลีย์คือ เมื่อมีการให้น้ำที่มากขึ้น (ร้อยละ 25 ของ AWC) ผลผลิตของมันสำปะหลังกลับน้อยลง

นอกจากนี้ กาญจนาคณะและคณะ (2561) พบว่า การให้น้ำหยดเสริมเมื่อความชื้นดินลดลงไปร้อยละ 37.5 ของ AWC ให้ผลผลิตถั่วลิสงสูงสุด

อย่างไรก็ดี การศึกษาการให้น้ำแก่พืชนั้น แม้จะเห็นแนวโน้มที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ก็ไม่สามารถเป็นตัวชี้วัดได้อย่างแท้จริง เพราะสภาพแวดล้อมในการทดลองที่ต่างกัน เช่น สภาพการนำน้ำของดินในแต่ละพื้นที่ ลักษณะการระบายน้ำ รวมถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงของการทดลอง ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป จนทำให้การให้น้ำไม่อยู่ในระดับที่ควบคุมได้ตลอดเวลา ย่อมส่งผลให้ผลผลิตพืชแตกต่างกันไปได้

### 3.2.3 การพัฒนาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

#### 3.2.3.1 อัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์

สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง คือ การสร้างทางเลือกในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งหัวใจสำคัญของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ คือ การเข้าใจถึงกลไกการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช ซึ่งคณะวิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่า อัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์จะมีความสัมพันธ์กับชนิดของดิน และประเภทของวัสดุอินทรีย์นั้นๆ ดังนั้น เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์นี้ จึงทำการศึกษาหาอัตราการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางดินที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ระดับไร่นาต่อไป

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ จะเป็นประโยชน์ในการสร้างฟังก์ชันเชิงเวลาเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และมีการปลดปล่อยธาตุอาหาร ซึ่งได้วิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (นวลจันทร์ ชะบา) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างดิน ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนผลการวิเคราะห์ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษายภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

1. การสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา ทั้งที่มีรูปแบบจำเพาะและไม่มีรูปแบบ ซึ่งหากมีการศึกษาเพิ่มเติม และมีจำนวนตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น ย่อมมีความเป็นไปได้ในการหาสมการหรือโมเดลการปลดปล่อยธาตุอาหารที่นำไปใช้งานได้จริง โดยเฉพาะการศึกษาถึงชนิดและสมบัติของวัสดุอินทรีย์นั้นๆ ว่ามีโครงสร้างและองค์ประกอบใดที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวหรือไม่ หรือมีผลต่อการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารหรือไม่

2. การนำผลการทดลองครั้งนี้ไปใช้ในเบื้องต้น ควรให้ความสำคัญเฉพาะเรื่องของการปลดปล่อยไนโตรเจนซึ่งมีรูปแบบที่ชัดเจน คือ มีการปลดปล่อยในช่วง 3-4 สัปดาห์แรกหลังการฝังกลบ ในสภาพที่มีความชื้นพอสมควร ซึ่งในการปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ควรได้มีการเพิ่มคำแนะนำถึงวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ถูกต้องเสียก่อน และหากในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในอันดับต่อไป จนกระทั่งมีการใส่ฟังก์ชันทางด้านเวลาให้กับระบบคำแนะนำ อาจสามารถใช้ข้อมูลช่วงเวลาการสลายตัวนี้ในการให้คำแนะนำตามช่วงเวลาที่เหมาะสมได้มากขึ้น

#### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

คณะวิจัยได้เลือกตัวแทนของวัสดุอินทรีย์ 4 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุอินทรีย์ของพืชตระกูลหญ้า ปุ๋ยพืชสด ซึ่งเป็นตัวแทนของพืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยหมักกากอ้อย ซึ่งเป็นตัวแทนของวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน และมูลวัว ซึ่งเป็นตัวแทนของปุ๋ยคอก และทำการทดลองในตัวแทนดิน 4 ชุดดิน คือ ชุดดินวังสะพุง ชุดดินดินโซคชัย ซึ่งเป็นตัวแทนของดินร่วนเหนียว และดินเหนียว ชุดดินปักธงชัย และชุดดินสีคิ้ว ซึ่งเป็นตัวแทนของดินร่วนปนทราย โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ CRD

จำนวน 4 การทดลองย่อย 5 ดำรับการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ทุกตัวอย่างดินเตรียมในสภาพเดียวกันคือ ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และผสมคลุกเคล้ากับวัสดุอินทรีย์ ปรับค่าความชื้นให้อยู่ที่ความจุความชื้นสนาม ปมตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง และเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด

นอกจากนี้ได้มีการทดลองในสภาพสนาม โดยการปลูกมันสำปะหลัง ภายใต้การใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ลงไป และศึกษาการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์นั้นๆ เนื่องจากในสภาพสนาม พืชมีการนำธาตุอาหารที่ได้รับการปลดปล่อยจากปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ ผลที่ได้ควรมีความแตกต่างจากในห้องปฏิบัติการ แต่อาจมีความสัมพันธ์กันในระดับหนึ่ง แต่ด้วยข้อจำกัดที่แตกต่างจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ วัสดุอินทรีย์บางชนิดไม่สามารถทดลองในภาคสนามได้ จึงคงเหลือเฉพาะปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และมูลวัว ทั้งนี้ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมในดำรับการทดลองด้วย จึงมีการวางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ดำรับ 3 ซ้ำ จำนวน 2 แปลงทดลอง คือ ชุดดินโซคชัย และชุดดินปึกธงชัย และเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อใช้ประกอบการศึกษาวิจัยในอีกมิติหนึ่งด้วย

### ผลการศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจน

การปลดปล่อยไนโตรเจนสามารถแบ่งออกได้เป็นการปลดปล่อยในรูปแอมโมเนียและการปลดปล่อยในรูปไนเตรต ซึ่งหากเปรียบเทียบระหว่างการปลดปล่อยในรูปแอมโมเนียและไนเตรตแล้ว ทั้งสองรูปของไนโตรเจนมีรูปแบบการปลดปล่อยที่ต่างกัน และภายในแต่ละรูปของไนโตรเจนที่มีการปลดปล่อยออกมาจะมีแนวโน้มของลักษณะการปลดปล่อยที่พอจะเห็นเป็นรูปแบบได้ อย่างไรก็ตาม ผลของการปลดปล่อยของวัสดุอินทรีย์ที่ต่างชนิดกันนั้น บางชนิดมีลักษณะจำเพาะ คือ ไม่ว่าจะเป็นดินชนิดใด รูปแบบการปลดปล่อยก็ไปทำนองเดียวกัน ขณะที่บางชนิดไม่มีความแน่นอนซึ่งความผันผวนเป็นไปตามชนิดของดิน แต่ไม่ผูกกับลักษณะใดลักษณะหนึ่งของดิน ดังนี้

การปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย มีรูปแบบการปลดปล่อยอยู่ 2 รูปแบบ คือ 1) ปลดปล่อยแอมโมเนียในเฉพาะช่วง 1 เดือนหลังการฝังกลบ 2) ปลดปล่อยอย่างสม่ำเสมอ และปลดปล่อยมากขึ้นเมื่อฝังกลบไว้นานขึ้น

รูปแบบการปลดปล่อยแอมโมเนียในช่วงเฉพาะ 1 เดือนแรก พบว่าเป็นรูปแบบเฉพาะของปุ๋ยหมักกากอ้อย ขณะที่ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ปุ๋ยหมักจากมูลวัว ไม่มีความแน่นอนผันแปรไปตามชนิดของดิน แต่มีแนวโน้มว่า ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวจะปลดปล่อยแอมโมเนียในช่วงเฉพาะ 1 เดือนแรกเช่นกัน โดยมีการปลดปล่อยในลักษณะนี้ 3 ชุดดินจาก 4 ชุดดิน ทำนองกลับกับคือ ปุ๋ยหมักจากมูลวัว มีแนวโน้มปลดปล่อยอย่างสม่ำเสมอ ยกเว้นในดินปึกธงชัยที่มีการปลดปล่อยในทำนองเดียวกันกับปุ๋ยหมักจากกากอ้อย สำหรับปอเทืองและดินที่เป็นตัวควบคุม (ไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์) มีลักษณะการปลดปล่อยแอมโมเนียที่เหมือนกัน คือ ปลดปล่อยอย่างสม่ำเสมอ

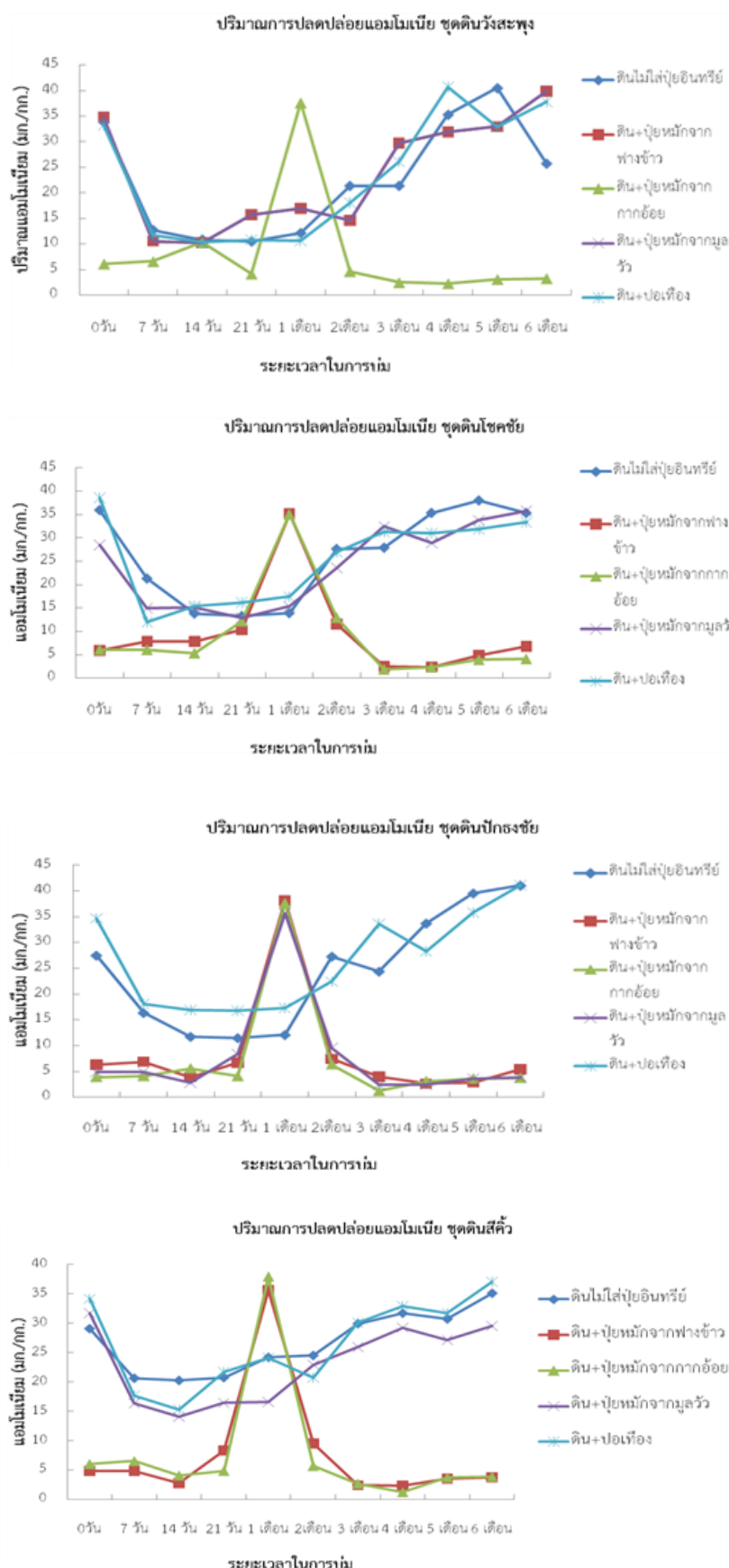
| วัสดุอินทรีย์ | ปลดปล่อยเฉพาะช่วง 1 เดือน |           | ปลดปล่อยสม่ำเสมอ |           |
|---------------|---------------------------|-----------|------------------|-----------|
|               | โดยเฉพาะ                  | มีแนวโน้ม | โดยเฉพาะ         | มีแนวโน้ม |
| ควบคุม        |                           |           | ✓                |           |
| ฟางข้าว       |                           | ✓         |                  |           |
| กากอ้อย       | ✓                         |           |                  |           |
| มูลวัว        |                           |           |                  | ✓         |
| ปอเทือง       |                           |           | ✓                |           |

ทั้งนี้ ผลการศึกษายังไม่อาจอธิบายได้อย่างแน่ชัดว่า สาเหตุใดจึงมีรูปแบบการปลดปล่อยแอมโมเนียในลักษณะนี้ เนื่องจากมีวัสดุอินทรีย์บางชนิดมีรูปแบบการปลดปล่อยธาตุอาหารที่แตกต่างไปเมื่อมีการใส่ลงในดินคนละชุดดิน และไม่มีความสัมพันธ์กับสมบัติพื้นฐานของดินอย่างเนื้อดินด้วย อย่างไรก็ตามมีสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้ว่าเป็นผลมาจากความแข็งแรงของโครงสร้างของวัสดุอินทรีย์ กล่าวคือ ชนิดของวัสดุอินทรีย์มีผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนมากกว่าลักษณะของดิน ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาทดลองที่มากขึ้นอีกลำดับหนึ่ง

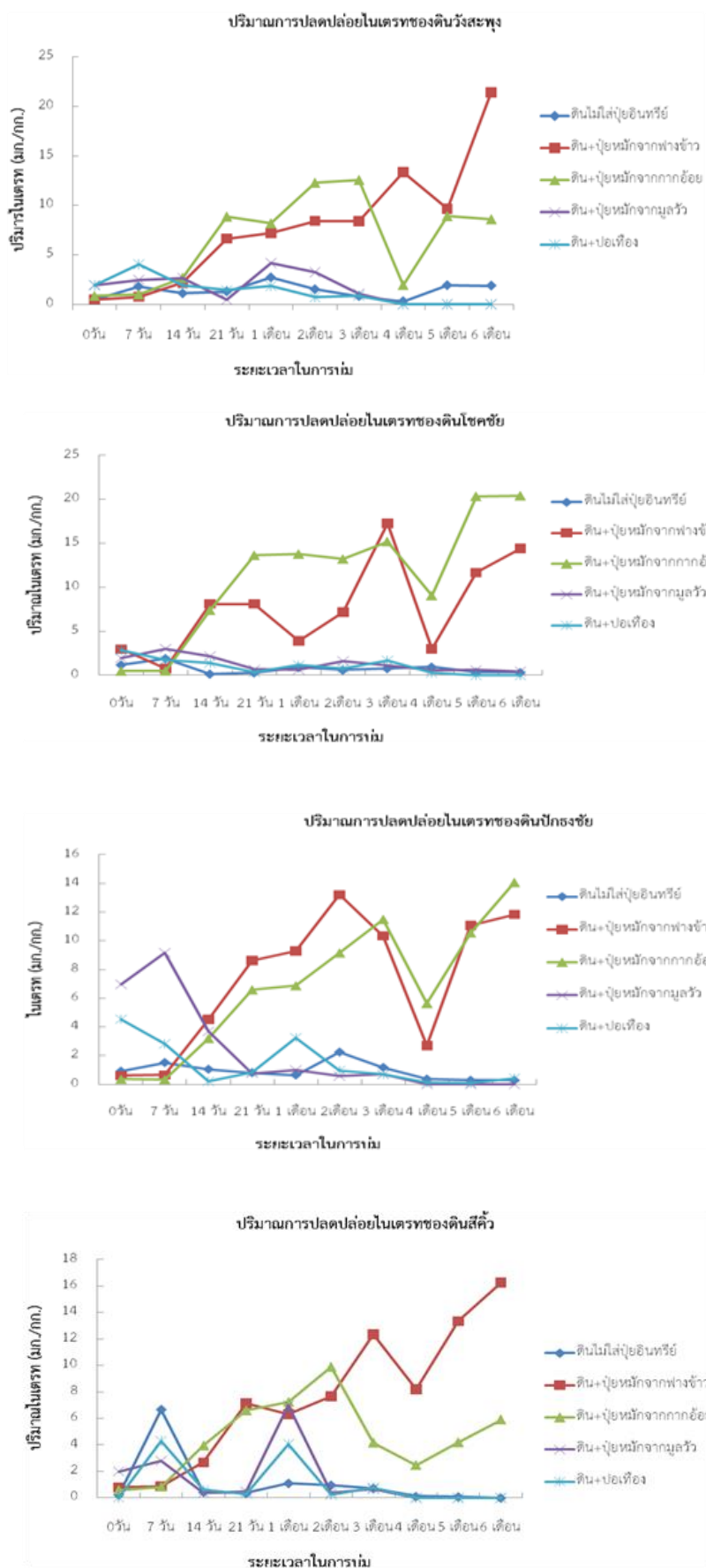
การปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปไนเตรต มีรูปแบบการปลดปล่อยอยู่ 2 รูปแบบ คือ 1) ปลดปล่อยเริ่มไนเตรตในช่วงสัปดาห์ที่สามหลังการฝังกลบ 2) ปลดปล่อยน้อยมากตลอดระยะเวลาการทดลอง

รูปแบบการปลดปล่อยไนเตรตที่เริ่มในช่วงสัปดาห์ที่สามนี้ พบในวัสดุอินทรีย์ที่เป็นกากอ้อยและฟางข้าว ในทุกๆ ชุดดินที่ใช้ในการทดลอง แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติเฉพาะตัวซึ่งอาจเนื่องมาจากการเป็นพืชตระกูลหญ้าก็เป็นได้ ขณะที่ปุ๋ยหมักจากมูลวัวเป็นพืชตระกูลหญ้าที่ผ่านการย่อยมาแล้วในกระเพาะวัวไม่แสดงรูปแบบการปลดปล่อยไนเตรตในลักษณะนี้ แต่ทั้งปุ๋ยหมักจากมูลวัว ปอเทือง และตัวควบคุม มีรูปแบบการปลดปล่อยไนเตรตที่เหมือนกัน คือ ปลดปล่อยน้อยมาก จนอาจถือได้ว่าไม่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปไนเตรตทั้งจากมูลวัวและจากปอเทือง เนื่องจากมีรูปแบบการปลดปล่อยตามสภาพธรรมชาติที่ไม่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ใดๆ (ตัวควบคุม)

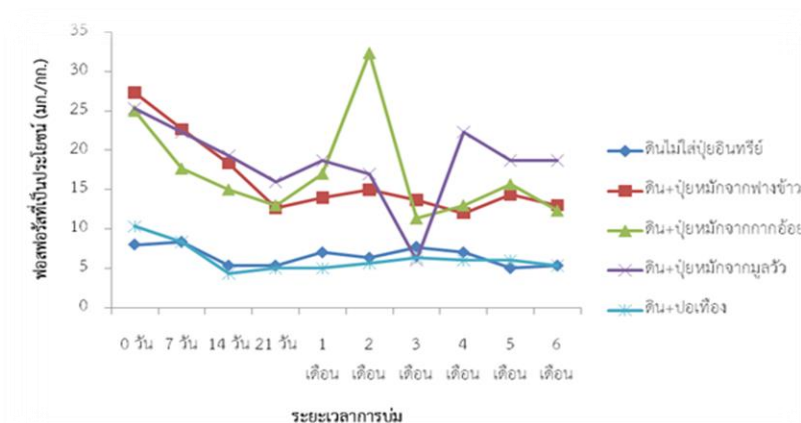
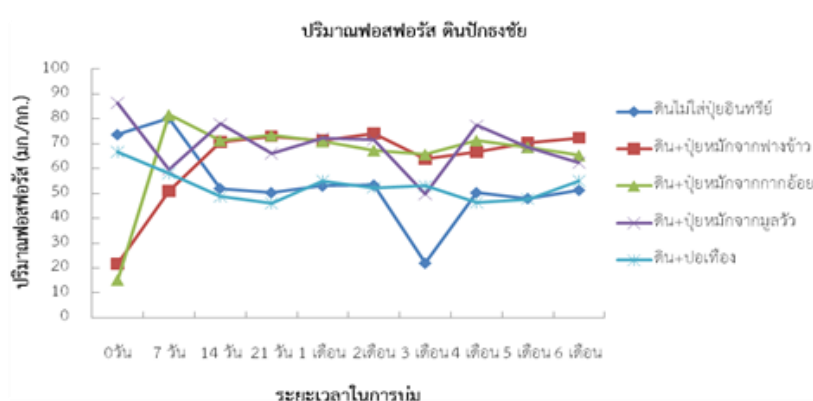
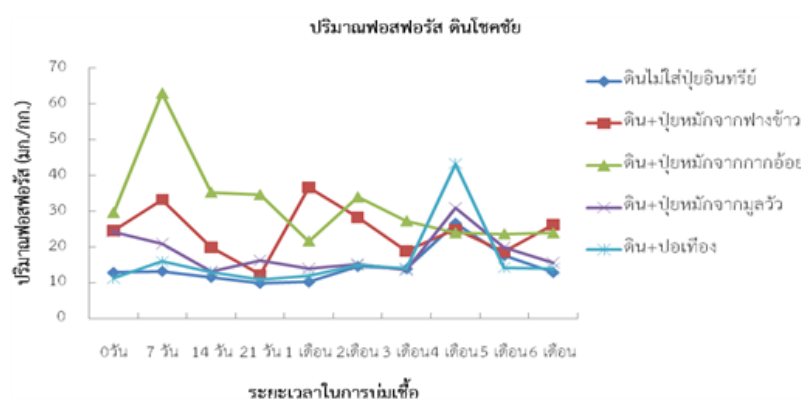
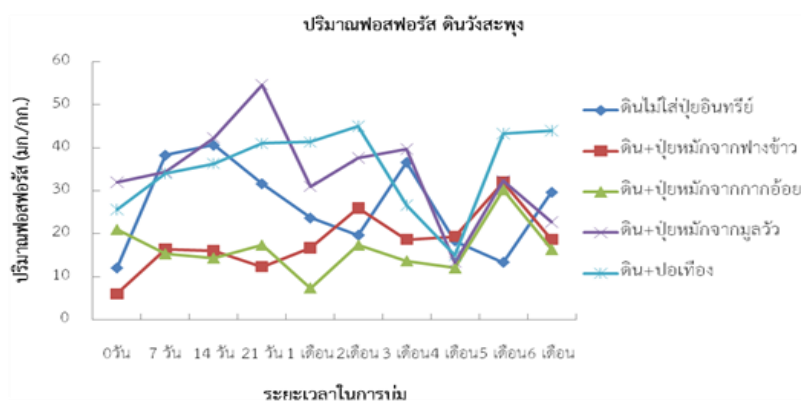
โดยสรุป การปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปไนเตรตและแอมโมเนีย จะเกิดขึ้นในช่วง 3-4 สัปดาห์แรกหลังจากการฝังกลบ ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการกำหนดระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้กับพืชแต่ละชนิดได้ ยกตัวอย่างเช่น พืชที่ใช้การเพาะเมล็ด ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการปลูกประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อให้การปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นในช่วงที่มีการงอกของเมล็ดและมีระบบรากพร้อมดูดใช้ธาตุอาหารแล้ว คือ ประมาณ 1-2 สัปดาห์หลังการปลูก ขณะที่พืชที่ใช้ท่อนพันธุ์ ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์พร้อมๆ กับการปลูก เพื่อให้การปลดปล่อยธาตุอาหารเกิดขึ้นเมื่อพืชมีระบบรากแล้ว คือ ประมาณ 1 เดือนหลังการปลูก



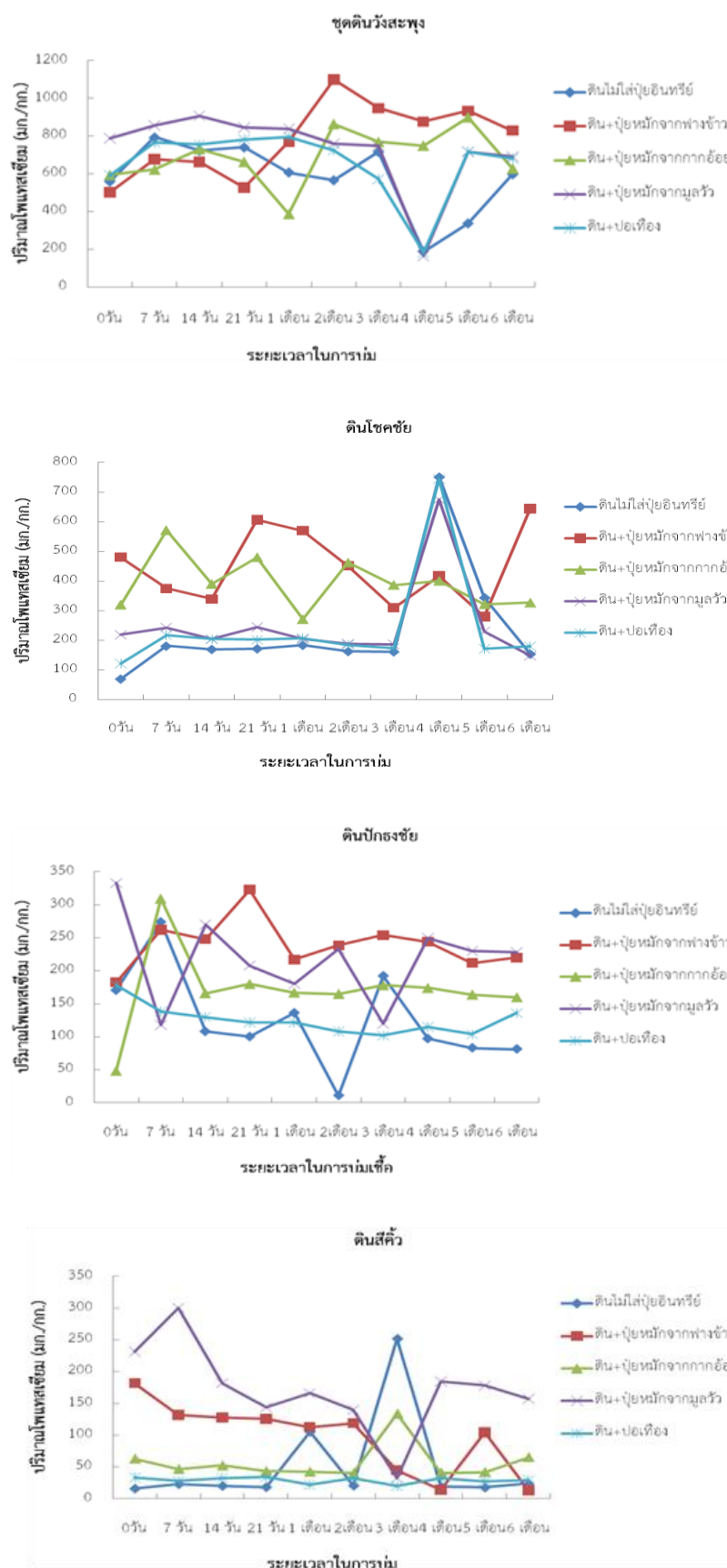
ภาพที่ 72 แสดงการปลดปล่อยแอมโมเนียจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 73 แสดงการปลดปล่อยไนเตรทจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 74 แสดงการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 75 แสดงการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ บนชุดดินที่แตกต่างกัน

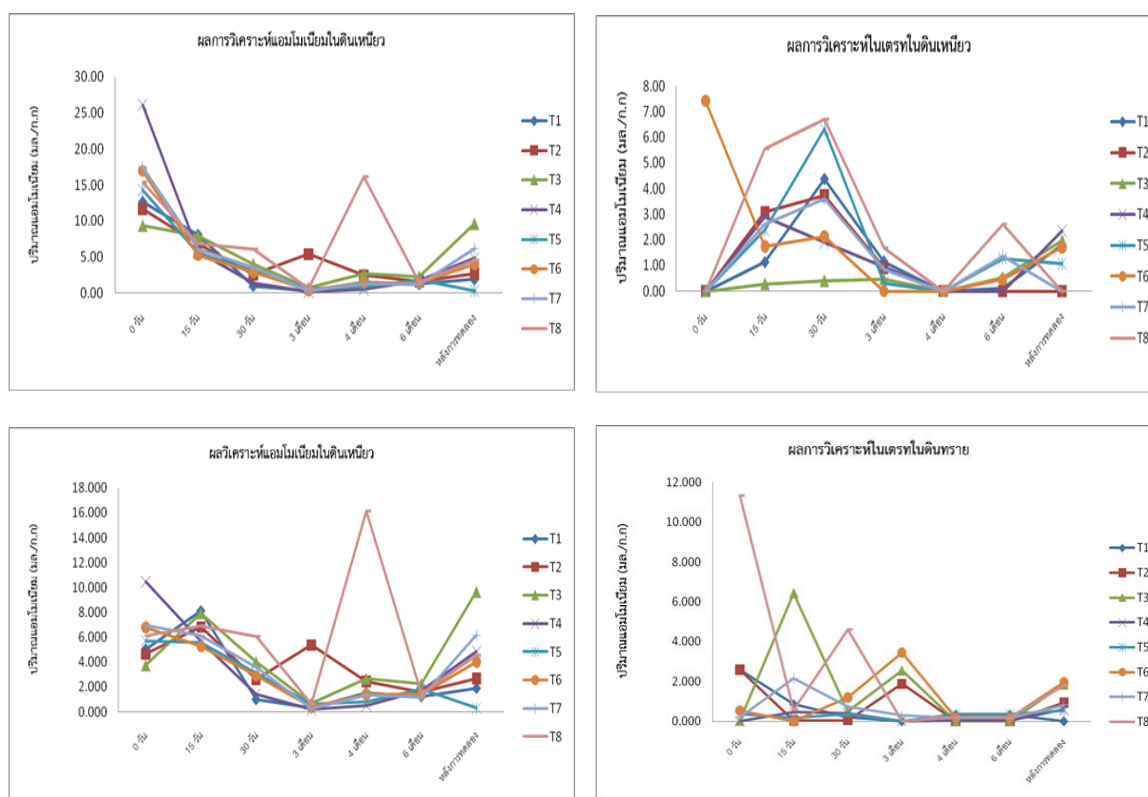
### ผลการศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีรูปแบบการปลดปล่อยที่ไม่ชัดเจน ทั้งในปัจจัยของชนิดวัสดุอินทรีย์ และปัจจัยของชนิดดิน ซึ่งแสดงถึงว่า การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่มีรูปแบบ หรือแท้ที่จริงแล้วอาจมีรูปแบบหากมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย หรือทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินและในวัสดุอินทรีย์มีปริมาณน้อยมากๆ จนทำให้ไม่ส่งผลกระทบใดทางหนึ่งที่ชัดเจนได้

#### ผลการศึกษาในแปลงทดลอง

เมื่อนำผลการศึกษาไปทดลองจริงในแปลงปลูกพืช พบว่า ผลการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปไนเตรต และแอมโมเนียที่เกิดขึ้นในดินร่วนเหนียวกับในดินร่วนปนทรายมีรูปแบบในทำนองเดียวกันในทุกๆ ชนิดวัสดุอินทรีย์ แต่มีความแตกต่างกันเมื่อเป็นดินคนละประเภทกัน

การปลดปล่อยแอมโมเนีย ในทั้งสองประเภทดินจะเกิดขึ้นในช่วงแรกของการปลูกมันสำปะหลังและลดลงเรื่อยๆ ภายใน 1 เดือนแรกหลังการปลูกมันสำปะหลัง และไม่พบแอมโมเนียในสารละลายดินมากเป็นพิเศษอีกตลอดระยะเวลาของการทดลอง ยกเว้นในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัว 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี ที่พบว่าการปลดปล่อยแอมโมเนียอีกครั้งในช่วงเดือนที่ 4 ของการเพาะปลูก ซึ่งเกิดขึ้นทั้งสองประเภทดินโดยไม่สามารถหาเหตุผลถึงการปลดปล่อยแอมโมเนียในช่วงนั้นได้ การไม่พบแอมโมเนียในสารละลายดินนั้น อาจเนื่องจากมันสำปะหลังมีการดูดธาตุอาหารไปใช้ ซึ่งแตกต่างจากในห้องปฏิบัติการที่ไม่มีการนำไนโตรเจนไปใช้โดยพืช จึงยังพบการปลดปล่อยแอมโมเนียอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง



ภาพที่ 76 แสดงการปลดปล่อยไนโตรเจนในแปลงทดลองที่เป็นดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย

การปลดปล่อยไนเตรตในแต่ละชนิดของวัสดุอินทรีย์และตามประเภทของดิน มีความผันผวนไม่มีรูปแบบชัดเจนในช่วงต้นของการเพาะปลูกมันสำปะหลัง แต่ในช่วงเดือนที่ 4 จะมีรูปแบบที่ชัดเจนเหมือนกัน คือ มีไนเตรตหลงเหลือในสารละลายดินน้อยมาก ซึ่งเป็นไปได้ว่าเป็นช่วงที่มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตทางต้นอย่างมาก ทำให้มีการดูดใช้ธาตุอาหารมากเพื่อการเจริญเติบโต ไนเตรตที่ปลดปล่อยจากดินและวัสดุอินทรีย์ทั้งหลายจึงถึงจุดไปใช้หมดทั้งสิ้น และยังมีการดูดใช้อย่างต่อเนื่องในดินร่วนปนทราย ขณะที่ดินร่วนเหนียวเริ่มมีการตรวจพบไนเตรตในสารละลายดินแล้ว และช่วงท้ายของการทดลองมีการตรวจพบทั้งไนเตรตและแอมโมเนียในสารละลายดิน แสดงถึงการที่มันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุอาหารลดลง ซึ่งตรงกับคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรที่ไม่แนะนำให้มีการใช้ปุ๋ยใดๆ หลังมันสำปะหลังอายุเกิน 6 เดือน การทดลองในภาคสนาม มีการดำเนินการเพียงปีเดียว และทำให้พืชชนิดเดียวคือมันสำปะหลัง หากมีการนำไปทดลองใช้ในพืชชนิดอื่นๆ อาจมีผลที่แตกต่างกันไปได้ จึงควรได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนนี้

การศึกษาเพื่อหาการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินนี้ ส่งผลถึงการนำไปใช้ในการจัดการการไหลกลับต่อซัง หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อรองกันหลุม ซึ่งพบว่าการสลายตัวจะเกิดขึ้นเด่นชัดภายในช่วง 3-4 สัปดาห์แรก และสอดคล้องกับการศึกษาของปัทมา และคณะ (2556) ที่พบว่า สารอินทรีย์ทุกชนิดมีอัตราการสลายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงแรก (1-4 สัปดาห์) ซึ่งปัทมาอธิบายว่า เกิดจากปริมาณของคาร์บอนในส่วนที่สลายตัวง่าย ถูกทำให้สลายตัวและนำไปใช้เพื่อดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ขณะที่อานูชและคณะ (2559) ได้รายงานว่ ใบไม้ในป่าชุมชนบ้านหนองหินถูกย่อยสลายไปมากกว่าร้อยละ 50 ภายในระยะเวลา 69 วัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่า อานูชใช้ใบไม้จากป่าซึ่งมีองค์ประกอบของคาร์บอนในส่วนที่สลายตัวง่ายน้อยกว่าซากพืชเศรษฐกิจทั่วไป อย่างไรก็ตาม พบว่าการย่อยสลายของซากพืชส่วนใบในช่วง 4 สัปดาห์แรก เป็นไปอย่างรวดเร็ว คือ จากร้อยละ 10.25 ในสัปดาห์แรก เป็นร้อยละ 43.99 ในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนมีการสลายตัวสูงสุดที่ร้อยละ 64.62 ในสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปัทมา และการวิจัยในครั้งนี้ที่บ่งชี้ว่า การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วใน 1-4 สัปดาห์แรก

### 3.2.3.2 การหาสมการสำหรับแปลงผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธีวิเคราะห์ดินต่างๆ

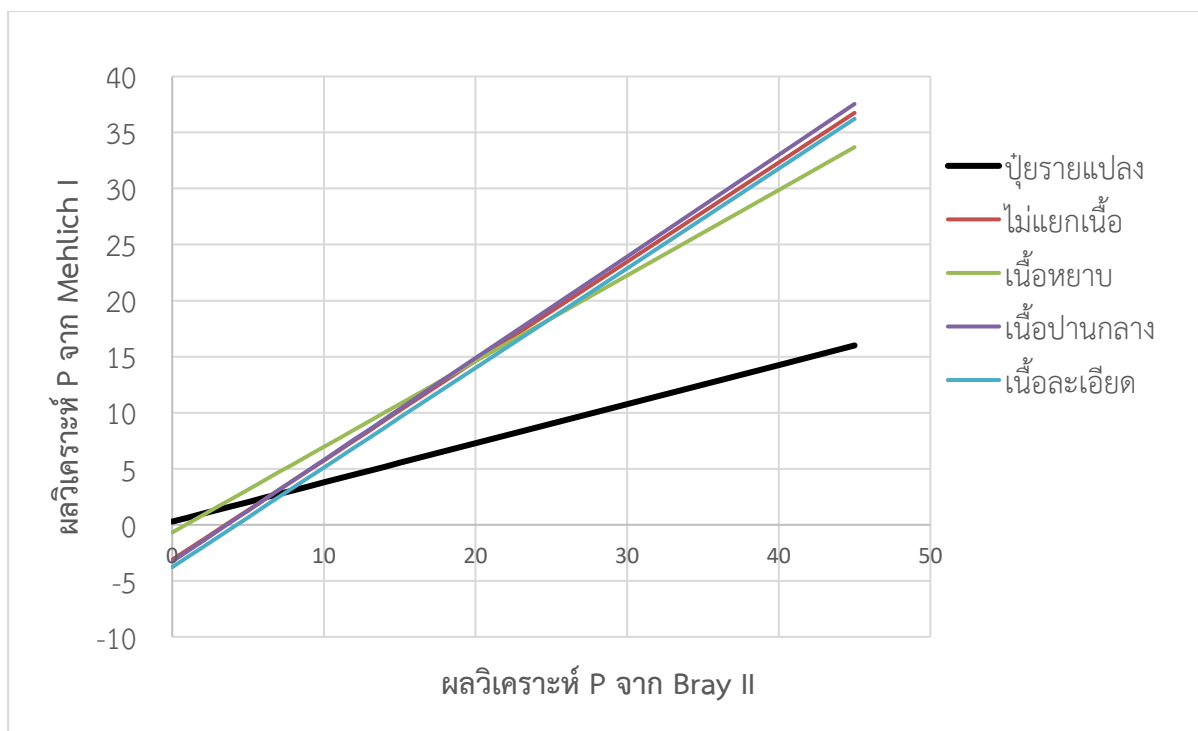
การแปลงผลการวิเคราะห์ดินเป็นสิ่งสำคัญในการให้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยรายแปลง เนื่องจากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงนั้น ต้องใช้ค่าวิเคราะห์ดินเป็นตัวแปรในการนำเข้าสู่ที่สำคัญ หากแต่ในการวิเคราะห์ดินนั้นมีอยู่หลายวิธี ซึ่งอาจแตกต่างกันได้ทั้งน้ำยาที่ใช้ทำการสกัดดิน และวิธีการในการตรวจวัดค่าที่สกัดได้ ซึ่งในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในปัจจุบันใช้รองรับวิธีการวิเคราะห์ดินที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ วิธีการที่ใช้เป็นมาตรฐานในห้องปฏิบัติการทางดิน และวิธีที่ใช้น้ำยาสกัดเป็น Double acid (DA) ตามวิธี Mehlich I ซึ่งใช้ในหน่วยวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ของกรมพัฒนาที่ดิน นอกจากนี้การใช้ Double acid (DA) เป็นน้ำยาสกัดนั้น ยังใช้ในชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย (KU soil test kit) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ด้วย

การแปลงผลการวิเคราะห์ดินสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ยนั้น อ้างอิงจาก “คำแนะนำ การใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ” เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งเป็นเอกสารที่ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการแปลงผลวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการทางดิน ดังนั้น หากมีผลการวิเคราะห์ดินที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ดินอื่นๆ เช่น ตามวิธี Mehlich I การให้คำแนะนำตามเอกสารวิชาการของกรมวิชาการเกษตร อาจมีความคลาดเคลื่อนหรือผิดไปจากเดิมอย่างมากได้ โดยเฉพาะเมื่อคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร ยึดถือผลการวิเคราะห์ที่แปลตามชนิดของพืช (ตามความต้องการธาตุอาหารของพืช) ไม่ใช่แปลผลมากหรือน้อยตามธาตุอาหารที่มีในดิน การนำผลการวิเคราะห์ดินมาใช้จึงควรเป็นตัวเลขที่ใช้สื่อไปถึงปริมาณธาตุอาหารตามที่พืชต้องการได้ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบไปสู่ความต้องการของพืชได้ ฉะนั้นสิ่งสำคัญในการทำให้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงให้คำแนะนำครอบคลุมทั้งวิธีการวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการทางดิน และจากวิธีการวิเคราะห์ดินอื่นๆ คือ ต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างผลวิเคราะห์ดินที่แตกต่างกัน เพื่อให้สามารถแปลงค่าผลวิเคราะห์ดินจากวิธีการวิเคราะห์ดินหนึ่งไปสู่วิธีการวิเคราะห์ดินอีกวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะการแปลงผลวิเคราะห์ดินให้สอดคล้องกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยอ้างอิงที่มี

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสู่ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

การพัฒนาสมการแปลงผลวิเคราะห์ดินระหว่างวิธีวิเคราะห์ต่างๆ นั้น เป็นหัวใจสำคัญในการสร้างฟังก์ชันให้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรองรับวิธีวิเคราะห์ดินที่แตกต่างกันได้ ซึ่งได้วิเคราะห์ผลการทดลองในโครงการศึกษาวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และชุดทดสอบอย่างง่าย” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยเรื่อง “การศึกษากิจการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ ที่เหมาะสมในระดับรายแปลง” ทั้งนี้หัวหน้าโครงการวิจัย (จิราพร นิลฉวี) ได้นำเสนอรายละเอียดข้อมูล ขั้นตอนวิธีการ จุดที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างดิน ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนผลการวิเคราะห์ ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และชุดทดสอบอย่างง่าย” ผู้เขียนในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษาภายใต้โครงการ และวิเคราะห์ผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งจำแนกได้เป็นข้อๆ ที่สำคัญได้ ดังนี้

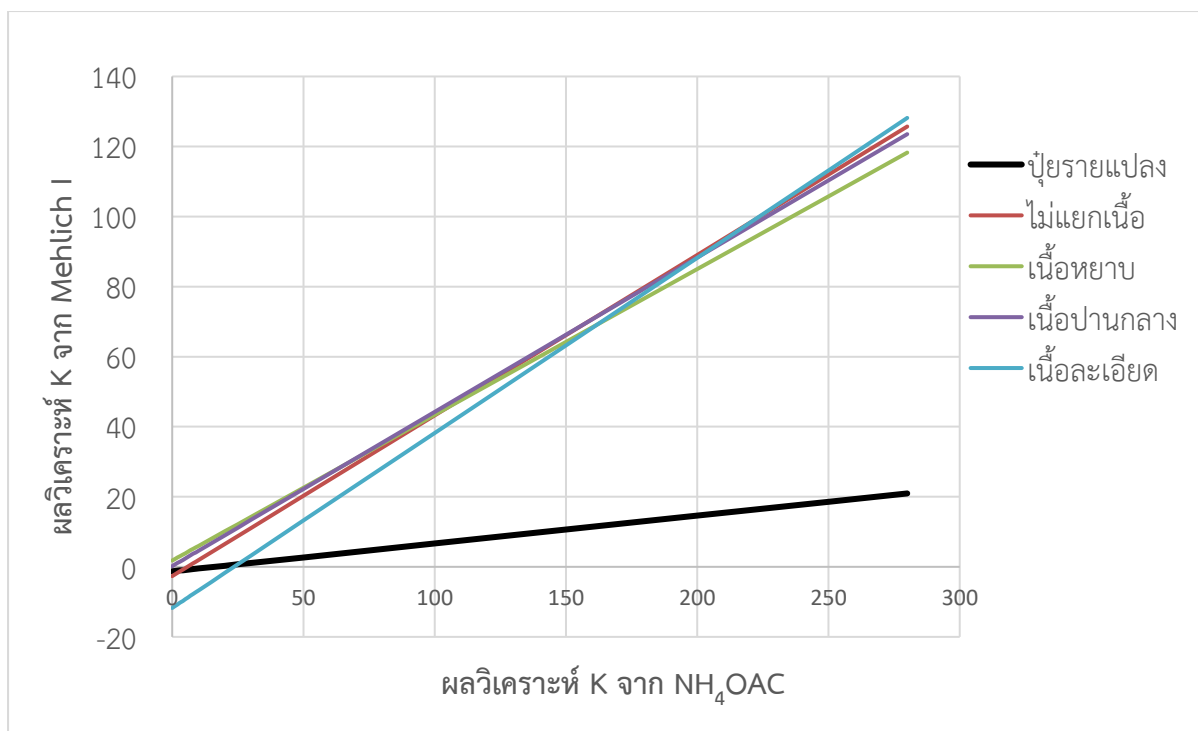
1. ปัจจุบันโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงใช้สมการในการแปลงค่าผลวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการทางดิน และ Mehlich I กรณีของฟอสฟอรัส คือ  $Mehlich I = 0.3492 \text{ Bray II} + 0.287$  ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับสมการใหม่แล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อผลวิเคราะห์ของวิธี Mehlich I มีค่าสูงๆ ซึ่งส่งผลทำให้การแปลงเป็นผลวิเคราะห์ของวิธี Bray II ของทั้งสองสมการแตกต่างกันอย่างมาก



ภาพที่ 77 แสดงกราฟของสมการฟอสฟอรัสที่ได้จากการทดลอง เปรียบเทียบกับที่ใช้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในปัจจุบัน

2. จากผลการทดลองที่ได้พบความสัมพันธ์ที่แตกต่างจากปุ๋ยรายแปลงใช้อยู่เดิมมาก แต่หากพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ของสมการจากผลการศึกษาแล้ว เห็นควรยืนยันให้ใช้สมการเดิมมากกว่า เพราะการวิเคราะห์เปรียบเทียบที่ได้นั้น ยังมีความเป็นไปได้ที่จะมีปัจจัยบางตัวที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในการแยกกลุ่มตัวอย่างดิน ซึ่งสังเกตได้จากกราฟที่ไม่มีเส้นแยกเนื้อดิน มีจุดบางจุดที่เบี่ยงเบนขึ้นไปด้านบน สอดคล้องกับสมการเดิมที่ใช้ในการอ้างอิง ส่วนการแยกกลุ่มตัวอย่างตามเนื้อดินนั้น ยังได้สมการที่ไปในการทำงานเดียวกัน กลุ่มเนื้อดินจึงอาจไม่ใช่ประเด็นหลักที่ต้องใช้พิจารณาก็เป็นได้

3. กรณีของโพแทสเซียม ปัจจุบันโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงใช้สมการในการแปลงค่าผลวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการทางดินและ Mehlich I คือ  $\text{NH}_4\text{OAC K} = 1.27 + 12.6 \text{ Mehlich I}$  ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับสมการใหม่แล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อผลวิเคราะห์ของวิธี Mehlich I มีค่าสูงๆ ซึ่งส่งผลทำให้การแปลงเป็นผลวิเคราะห์ของวิธี  $\text{NH}_4\text{OAC}$  ของทั้งสองสมการแตกต่างกันอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ของสมการจากผลการศึกษา อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง จึงทำให้มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการอ้างอิงเดิม จึงควรได้มีการปรับสมการที่ใช้ในการแปลงค่าของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเสียใหม่ โดยใช้สมการที่ได้จากผลการศึกษานี้แทน ทั้งนี้จากผลการศึกษาสมการแบบไม่แยกเนื้อและแบบแยกตามกลุ่มเนื้อดิน ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ในเบื้องต้นจึงควรใช้เป็นสมการเดียวแบบไม่แยกเนื้อดินก่อน ต่อเมื่อมีการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น ได้ทราบถึงปัจจัยจำเพาะมากขึ้น อาจมีการแยกสมการตามสมบัติดินที่จำเพาะนั้นต่อไป



ภาพที่ 78 แสดงกราฟของสมการโพแทสเซียมที่ได้จากการทดลอง เปรียบเทียบกับที่ใช้ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในปัจจุบัน

### เนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย

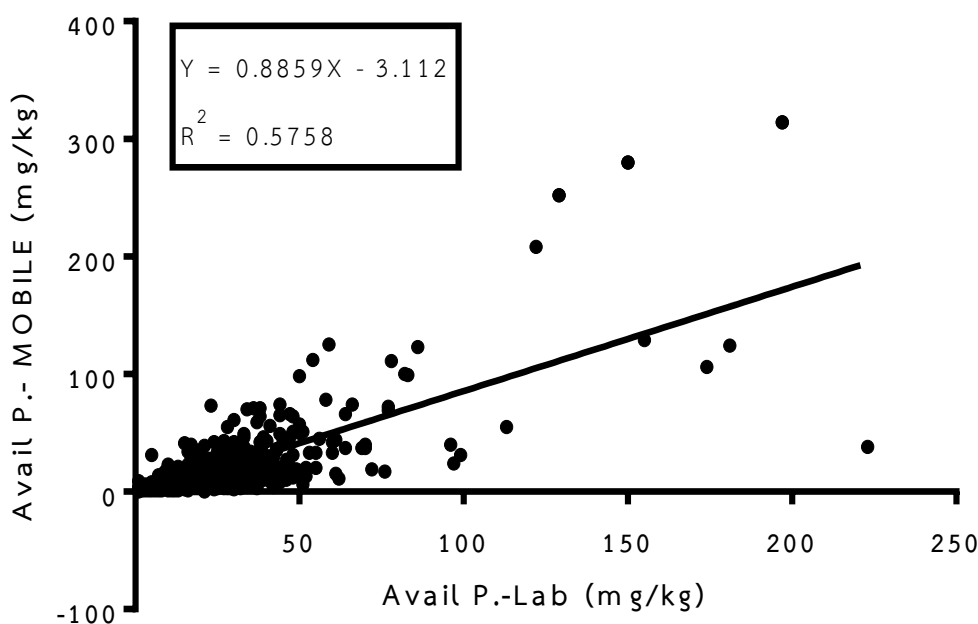
การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจดินอย่างง่าย วิธีการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และวิธีในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ตัวอย่างดินจำนวน 1,713 ตัวอย่าง ที่มีการแบ่งกลุ่มตามประเภทเนื้อดินเป็นกลุ่มดินเนื้อหยาบ 291 ตัวอย่าง กลุ่มดินเนื้อปานกลาง 824 ตัวอย่าง และกลุ่มดินเนื้อละเอียด 598 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ผลวิเคราะห์ดินด้วยวิธีการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีในห้องปฏิบัติการ ได้ผลวิเคราะห์เป็นเชิงปริมาณ ซึ่งนำไปเปรียบเทียบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้ หากพบความสัมพันธ์สามารถวิเคราะห์หาสมการเส้นถดถอยได้

การตรวจวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการมีข้อจำกัดเมื่อมีตัวอย่างดินเป็นจำนวนมาก การพัฒนาชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย (test kit) จึงเกิดขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว ซึ่งในช่วงเวลาของการวิจัยนั้นมีชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU soil test kit) และผลการวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายยังใช้เป็นหนึ่งในการวิเคราะห์ดินที่โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรองรับ อย่างไรก็ตามชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายให้ผลการวิเคราะห์ดินเป็นค่าเชิงคุณภาพ (สูง กลาง ต่ำ) เมื่อคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรอ้างอิงผลวิเคราะห์ดินเชิงปริมาณตามชนิดพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ผลวิเคราะห์ดินของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายจึงแปลผลโดยตรงไม่ได้ ต้องแปลผลวิเคราะห์ดินด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการ และวิธี Mehlich I ให้เป็นค่าเชิงคุณภาพตามหลักเกณฑ์ปกติที่ใช้ในแต่ละวิธี จากนั้นจึงเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ดินเชิงคุณภาพจากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายกับการแปลผลที่ได้ และนับคะแนนที่ผลการวิเคราะห์ดินตรงกัน

### ความสัมพันธ์ของวิธีวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส

ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในห้องปฏิบัติการทางดิน กับ การวิเคราะห์ดินด้วยวิธีแบบ Mehlich I จากทุกตัวอย่าง (ไม่แยกตามกลุ่มเนื้อดิน) มีค่าสัมประสิทธิ์การ ตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับกลางๆ คือ 0.5758 (ภาพที่ 79) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในดินมี ความอ่อนไหวมาก ทำให้มีบางปัจจัยที่ทำให้ผลวิเคราะห์ดินผันแปรไป ต้องมีการศึกษาแบบแยกตามสมบัติดิน เป็นพิเศษ



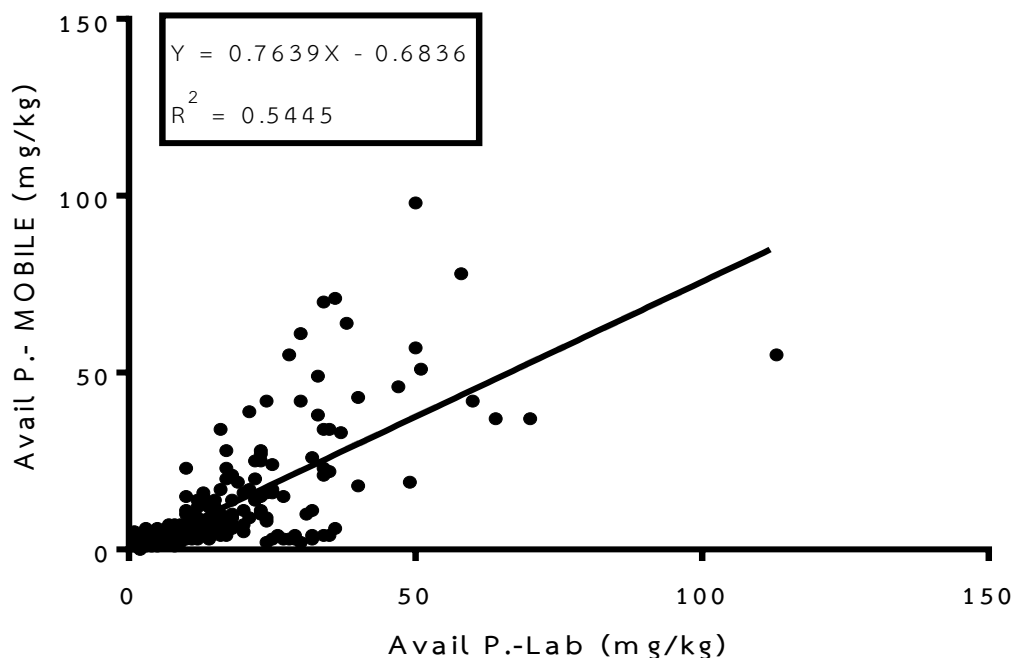
ภาพที่ 79 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I

กลุ่มดินเนื้อหยาบ คือ ดินที่มีอนุภาคขนาดทรายมากในองค์ประกอบของเนื้อดิน ซึ่งมีจำนวน ตัวอย่างทั้งหมด 291 ตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผลการวิเคราะห์ดินของทั้งสองวิธีการมีความสัมพันธ์ กัน หากแต่อาจเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ หรือเนื่องจากยังแยกสมบัติดินให้มีความจำเพาะไม่เพียงพอ จึงทำให้ สมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับกลางๆ คือ 0.5445 (ภาพที่ 80) ทำให้สมการที่ได้ยังไม่ สามารถนำไปใช้งานให้มีความน่าเชื่อถือได้มากนัก

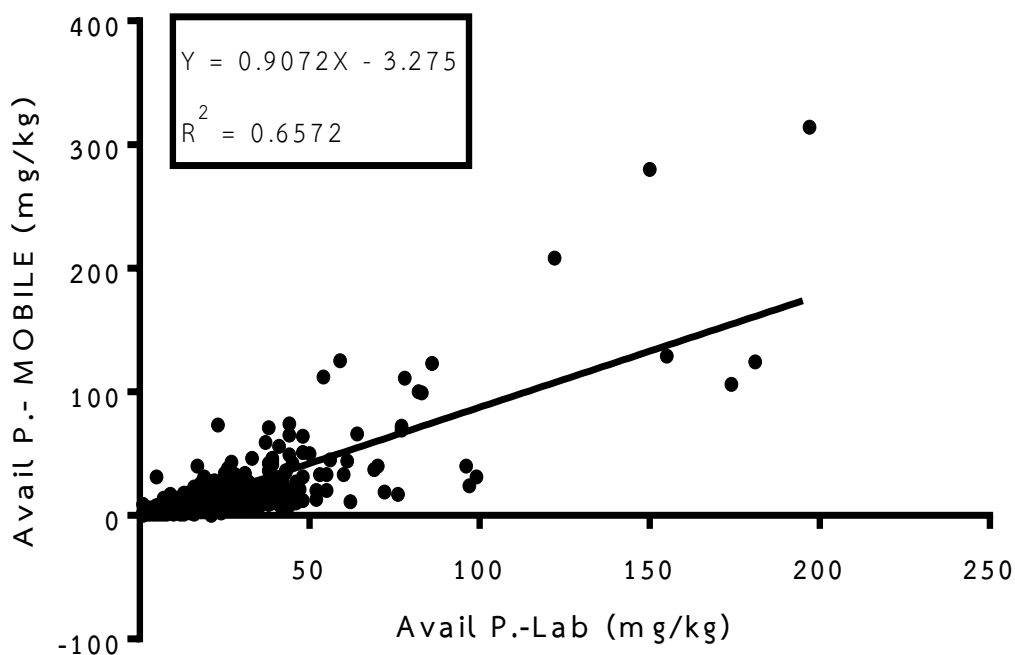
กลุ่มดินเนื้อปานกลาง คือ ดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อย และอนุภาคขนาดทรายไม่เกินร้อยละ 50 ในองค์ประกอบของเนื้อดิน ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 824 ตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผลการ วิเคราะห์ดินของทั้งสองวิธีการมีความสัมพันธ์กัน หากแต่อาจเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ หรือเนื่องจากยังแยกสมบัติ ดินให้มีความจำเพาะไม่เพียงพอ จึงทำให้สมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับกลางๆ คือ 0.6572 (ภาพที่ 81) ทำให้สมการที่ได้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานให้มีความน่าเชื่อถือได้มากนัก

กลุ่มดินเนื้อละเอียด คือ ดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 30 ในองค์ประกอบของเนื้อ ดิน ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 598 ตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผลการวิเคราะห์ดินของทั้งสอง วิธีการมีความสัมพันธ์กัน หากแต่อาจเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ หรือเนื่องจากยังแยกสมบัติดินให้มีความจำเพาะไม่ เพียงพอ จึงทำให้สมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับกลางๆ คือ 0.5075 (ภาพที่ 82) ทำให้ สมการที่ได้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานให้มีความน่าเชื่อถือได้มากนัก

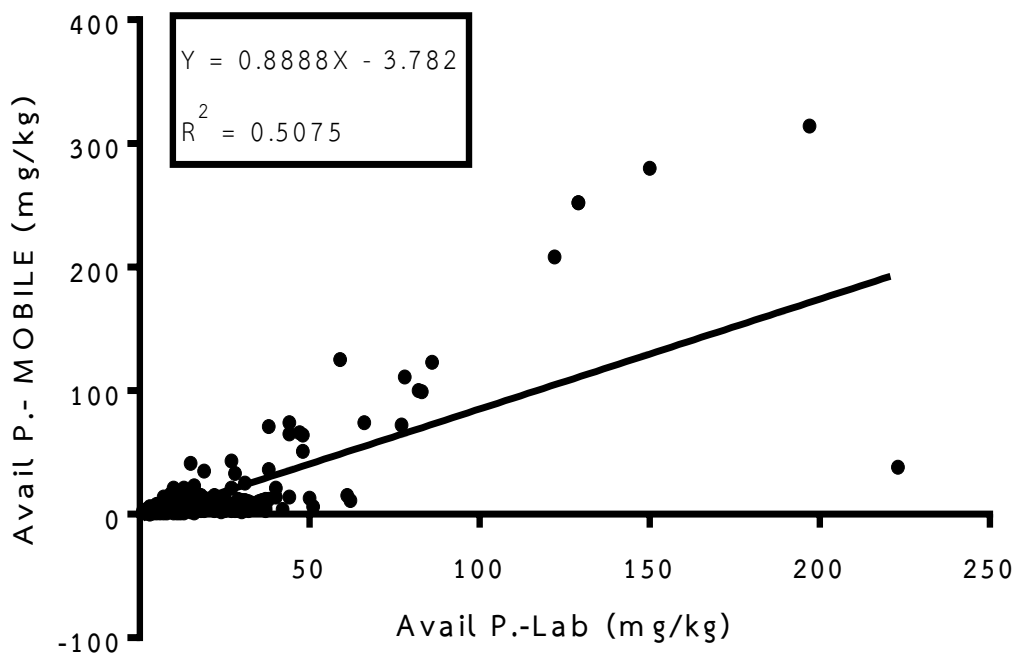
อย่างไรก็ตาม จากรูปกราฟ ยังเห็นถึงความเป็นไปได้ของการหาความสัมพันธ์ที่สอดคล้องมากขึ้น หากมีการแยกกลุ่มของสมบัติดินที่มากขึ้น ซึ่งอาจรวมถึงการวิเคราะห์สมบัติดินอื่นๆ เพิ่มเติม



ภาพที่ 80 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ



ภาพที่ 81 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I ในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง



ภาพที่ 82 แสดงความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด

เนื่องจากการให้คำแนะนำปุ๋ยยึดจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรเป็นหลัก ซึ่งให้ผลวิเคราะห์ดินจากวิธีของห้องปฏิบัติการ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ขณะที่การวิเคราะห์ดินอย่างง่ายด้วยชุด Test kit ไม่ว่าจะเป็นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์หรือของกรมพัฒนาที่ดิน และการวิเคราะห์ดินในหน่วยวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ ล้วนแต่ใช้น้ำยาสกัดจากวิธี Mehlich I การจะทำให้ผลการวิเคราะห์จากวิธี Mehlich I สอดคล้องกับคำแนะนำที่ใช้อยู่ จึงต้องมีการแปลงค่าหรือแปลผลให้สอดคล้องกัน ซึ่ง Bationo (1991) และคณะได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส 5 วิธี ซึ่งมีวิธี Bray II และ Mehlich I อยู่ด้วย พบว่า ผลวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในแต่ละวิธีการมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของโครงการวิจัยย่อยนี้ อย่างไรก็ดี ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจจากการทดลองอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการวิเคราะห์ดิน ซึ่งหากเปรียบเทียบกับสมการเส้นถดถอยที่ Sawyer (มปป.) ได้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสด้วย Bray I กับ Mehlich III จากตัวอย่าง 2925 ตัวอย่าง โดยแยกสมการไปตามระดับของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ดังนี้

Mehlich3 =  $1.2 + 0.93 \text{ Bray1}$  เมื่อ pH < 6.5 ค่า r = 0.96

Mehlich3 =  $2.7 + 0.98 \text{ Bray1}$  เมื่อ pH 6.5-7.3 ค่า r = 0.95

และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการวิเคราะห์ดินทั้งสอง เมื่อ pH 7.4-8.2

อย่างไรก็ดี วิธีการวิเคราะห์ดินแบบ Bray I และ Mehlich III นั้น ไม่มีการใช้ในห้องปฏิบัติการทางดินโดยทั่วไปของประเทศไทย และไม่ได้ใช้เป็นวิธีการสำหรับการทำชุด test kit ทั้งนี้การแยกหาความสัมพันธ์ของผลวิเคราะห์ดินโดยใช้เนื้อดินเป็นปัจจัยแยกนั้น แสดงถึงผลที่ดีจากดินเนื้อทราย แต่ในดินเนื้อปานกลางและเนื้อละเอียดยังได้ผลไม่ดีนัก ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้ปัจจัยอื่นอย่าง pH ช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งในการศึกษาดังกล่าวจำเป็นต้องมีตัวอย่างดินที่มากขึ้นและหลากหลายมากขึ้น

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการทางดินเมื่อเปรียบเทียบกับชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย พบว่ามีผลที่ตรงกันร้อยละ 43.32 เมื่อไม่มีการแยกกลุ่มเนื้อดิน (ส่วนที่ระบายสีเข้มในตารางที่ 33) แต่เมื่อมีการแยกตามกลุ่มเนื้อดินแล้ว กลุ่มดินเนื้อหยาบจะมีผลที่ตรงกันร้อยละ 47.77 กลุ่มดินเนื้อปานกลางมีผลตรงกันร้อยละ 48.18 และกลุ่มดินเนื้อละเอียดมีผลตรงกันร้อยละ 34.61

สำหรับผลการวิเคราะห์ดินด้วยวิธี Mehlich I เมื่อเปรียบเทียบกับชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายแล้ว มีผลที่ตรงกันร้อยละ 39.23 เมื่อไม่มีการแยกกลุ่มเนื้อดิน (ส่วนที่ระบายสีเข้มในตารางที่ 34) แต่เมื่อมีการแยกตามกลุ่มเนื้อดินแล้ว กลุ่มดินเนื้อหยาบจะมีผลที่ตรงกันร้อยละ 34.36 กลุ่มดินเนื้อปานกลางมีผลตรงกันร้อยละ 39.56 และกลุ่มดินเนื้อละเอียดมีผลตรงกันร้อยละ 41.30

ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การแปลผลการวิเคราะห์ดินให้ตรงหรือสอดคล้องกับชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย จำเป็นต้องมีการศึกษาเปรียบเทียบให้มากขึ้น เพื่อตรวจสอบปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความแปรปรวนของการวิเคราะห์ เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณเหล็กในดิน เป็นต้น ปัญหาอีกประการหนึ่ง คือ การแปลผลของฟอสฟอรัสมีลักษณะการเพิ่มค่าแบบช่วงค่าไม่เท่ากัน คือ ช่วงค่าต่ำมาก ต่ำ จะมีช่วงแคบๆ และเมื่อขึ้นสู่ระดับปานกลาง สูง สูงมาก ช่วงค่าจะกว้างมากขึ้นๆ ทำให้การแปลผลเชิงเปรียบเทียบมีความแปรปรวนได้สูง ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าเฉพาะช่วงผลวิเคราะห์จะพบว่า การวิเคราะห์ดินด้วยวิธีตามห้องปฏิบัติการทางดิน เทียบกับผลวิเคราะห์จากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายในแต่ละช่วงค่ามีความสอดคล้องกัน ร้อยละ 35.75, 57.14, 26.64, 67.97 และ 30.57 ของช่วงค่าต่ำมาก, ต่ำ, ปานกลาง, สูง และสูงมาก ตามลำดับ เป็นรูปแบบความแปรปรวนที่ไม่แสดงแนวโน้มใดๆ

แต่จากเปรียบเทียบการวิเคราะห์ดินด้วยวิธี Mehlich I กับผลวิเคราะห์จากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายในแต่ละช่วงค่า พบว่ามีความสอดคล้องกันร้อยละ 75.68, 32.49, 10.53, 14.72 และ 24.87 ของช่วงค่าต่ำมาก, ต่ำ, ปานกลาง, สูง และสูงมาก ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องกันมากในช่วงผลวิเคราะห์ต่ำมาก อย่างไรก็ตาม การประเมินผลวิเคราะห์ดินด้วยชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย ใช้การเทียบสีกับแผ่นเทียบสี ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนจากสายตาของผู้ตรวจวัดได้ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายกับวิธี Mehlich I ที่มีความสอดคล้องกันสูงนั้น ส่วนหนึ่งเนื่องจากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายก็ใช้ชุดน้ำยาสกัดเช่นเดียวกันกับ Mehlich I หากแต่แตกต่างกันในวิธีการประเมินผลเท่านั้น

**ตารางที่ 33** ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย โดยไม่มีการแยกตามกลุ่มเนื้อดิน (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แยกเนื้อดิน |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                                 |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| ห้องปฏิบัติการ                                                  | ต่ำมาก  | 197                    | 20  | 0       | 0   | 0      |
|                                                                 | ต่ำ     | 234                    | 248 | 87      | 18  | 2      |
|                                                                 | ปานกลาง | 86                     | 90  | 81      | 42  | 8      |
|                                                                 | สูง     | 33                     | 74  | 134     | 157 | 124    |
|                                                                 | สูงมาก  | 1                      | 2   | 2       | 14  | 59     |

ตารางที่ 34 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย โดยไม่มีการแยกตามกลุ่มเนื้อดิน (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แยกเนื้อดิน |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                                 |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                                          | ต่ำมาก  | 417                    | 239 | 172     | 36  | 9      |
|                                                                 | ต่ำ     | 121                    | 141 | 95      | 73  | 63     |
|                                                                 | ปานกลาง | 13                     | 51  | 32      | 84  | 37     |
|                                                                 | สูง     | 0                      | 3   | 4       | 34  | 36     |
|                                                                 | สูงมาก  | 0                      | 0   | 1       | 4   | 48     |

ตารางที่ 35 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อหยาบ (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มเนื้อดินหยาบ |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|--------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                  |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| ห้องปฏิบัติการ                                   | ต่ำมาก  | 61                     | 4   | 0       | 0   | 0      |
|                                                  | ต่ำ     | 19                     | 27  | 22      | 8   | 1      |
|                                                  | ปานกลาง | 0                      | 2   | 17      | 19  | 7      |
|                                                  | สูง     | 0                      | 4   | 15      | 24  | 51     |
|                                                  | สูงมาก  | 0                      | 0   | 0       | 0   | 10     |

ตารางที่ 36 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                     |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| ห้องปฏิบัติการ                                      | ต่ำมาก  | 89                     | 8   | 0       | 0   | 0      |
|                                                     | ต่ำ     | 120                    | 142 | 38      | 6   | 1      |
|                                                     | ปานกลาง | 42                     | 37  | 36      | 16  | 1      |
|                                                     | สูง     | 14                     | 21  | 44      | 99  | 68     |
|                                                     | สูงมาก  | 1                      | 2   | 0       | 8   | 31     |

ตารางที่ 37 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อละเอียด |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                     |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| ห้องปฏิบัติการ                                      | ต่ำมาก  | 48                     | 7   | 0       | 0   | 0      |
|                                                     | ต่ำ     | 95                     | 79  | 27      | 4   | 0      |
|                                                     | ปานกลาง | 44                     | 51  | 28      | 7   | 0      |
|                                                     | สูง     | 19                     | 49  | 75      | 34  | 5      |
|                                                     | สูงมาก  | 0                      | 0   | 2       | 6   | 18     |

ตารางที่ 38 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อหยาบ (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อหยาบ |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                               |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                        | ต่ำมาก  | 80                     | 36  | 39      | 20  | 8      |
|                                               | ต่ำ     | 0                      | 1   | 9       | 15  | 22     |
|                                               | ปานกลาง | 0                      | 0   | 6       | 13  | 12     |
|                                               | สูง     | 0                      | 0   | 0       | 3   | 17     |
|                                               | สูงมาก  | 0                      | 0   | 0       | 0   | 10     |

ตารางที่ 39 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

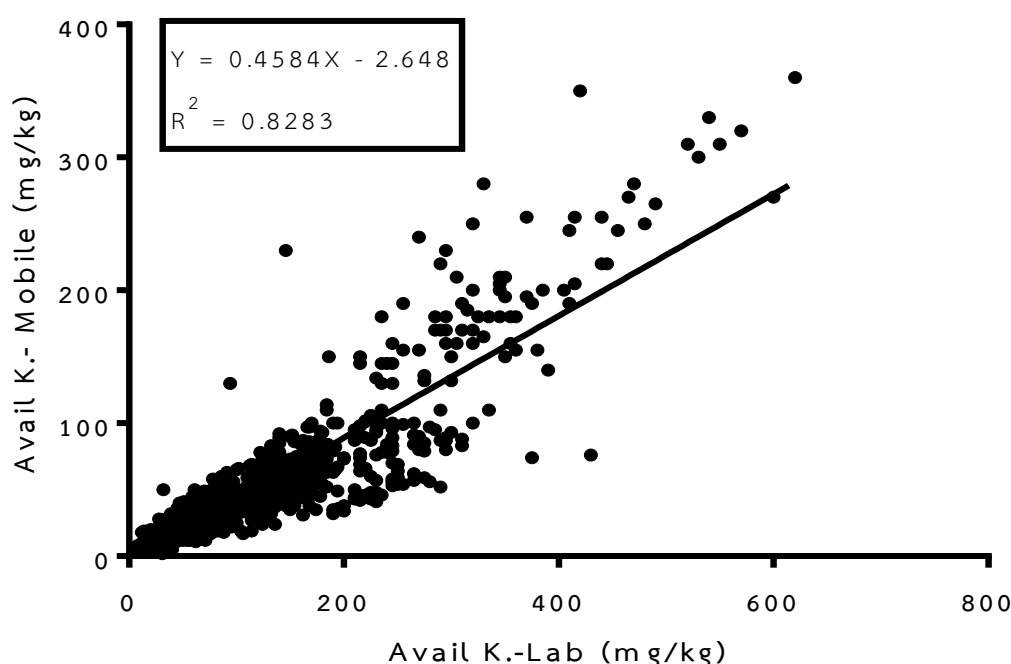
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                     |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                              | ต่ำมาก  | 203                    | 125 | 55      | 16  | 1      |
|                                                     | ต่ำ     | 56                     | 59  | 39      | 38  | 40     |
|                                                     | ปานกลาง | 7                      | 23  | 19      | 48  | 25     |
|                                                     | สูง     | 0                      | 3   | 4       | 25  | 15     |
|                                                     | สูงมาก  | 0                      | 0   | 1       | 2   | 20     |

ตารางที่ 40 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อละเอียด |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |     |         |     |        |
|-----------------------------------------------------|---------|------------------------|-----|---------|-----|--------|
|                                                     |         | ต่ำมาก                 | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                              | ต่ำมาก  | 135                    | 77  | 78      | 0   | 0      |
|                                                     | ต่ำ     | 65                     | 81  | 47      | 20  | 1      |
|                                                     | ปานกลาง | 6                      | 28  | 7       | 23  | 0      |
|                                                     | สูง     | 0                      | 0   | 0       | 6   | 4      |
|                                                     | สูงมาก  | 0                      | 0   | 0       | 2   | 18     |

#### ความสัมพันธ์ของวิธีวิเคราะห์หาโพแทสเซียม

ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการทางดินกับการวิเคราะห์ดินด้วยวิธีแบบ Mehlich I ที่มีลักษณะของแนวโน้มความสัมพันธ์ชัดเจน มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) โดยรวมอยู่ระดับสูง กรณีที่ไม่แยกตามกลุ่มเนื้อดินจะมีค่า 0.8283 (ภาพที่ 83) และเมื่อแยกตามกลุ่มเนื้อดินก็ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจค่อนข้างสูงเช่นกัน



ภาพที่ 83 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I

กลุ่มดินเนื้อหยาบ คือ ดินที่มีอนุภาคขนาดทรายมากในองค์ประกอบของเนื้อดิน ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 291 ตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผลการวิเคราะห์ดินของทั้งสองวิธีการมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน ซึ่งให้สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับค่อนข้างสูง คือ 0.8431 (ภาพที่ 84)

กลุ่มดินเนื้อปานกลาง คือ ดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียน้อย และอนุภาคขนาดทรายไม่เกินร้อยละ 50 ในองค์ประกอบของเนื้อดิน ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 824 ตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผลการวิเคราะห์ดินของทั้งสองวิธีการมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน ซึ่งให้สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับค่อนข้างสูง คือ 0.8514 (ภาพที่ 85)

กลุ่มดินเนื้อละเอียด คือ ดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 30 ในองค์ประกอบของเนื้อดิน ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 598 ตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ พบว่าผลการวิเคราะห์ดินของทั้งสองวิธีการมีความสัมพันธ์กันอย่างค่อนข้างชัดเจน ซึ่งให้สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) อยู่ระดับปานกลาง คือ 0.7870 (ภาพที่ 86) ซึ่งจากรูปกราฟพบว่ายังมีการกระจายของกลุ่มข้อมูลอยู่บ้าง แสดงให้เห็นถึงว่า หากจัดกลุ่มสมบัติดินเพิ่มเติมให้มีความจำเพาะขึ้น จะได้สมการใหม่ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่สูงขึ้น

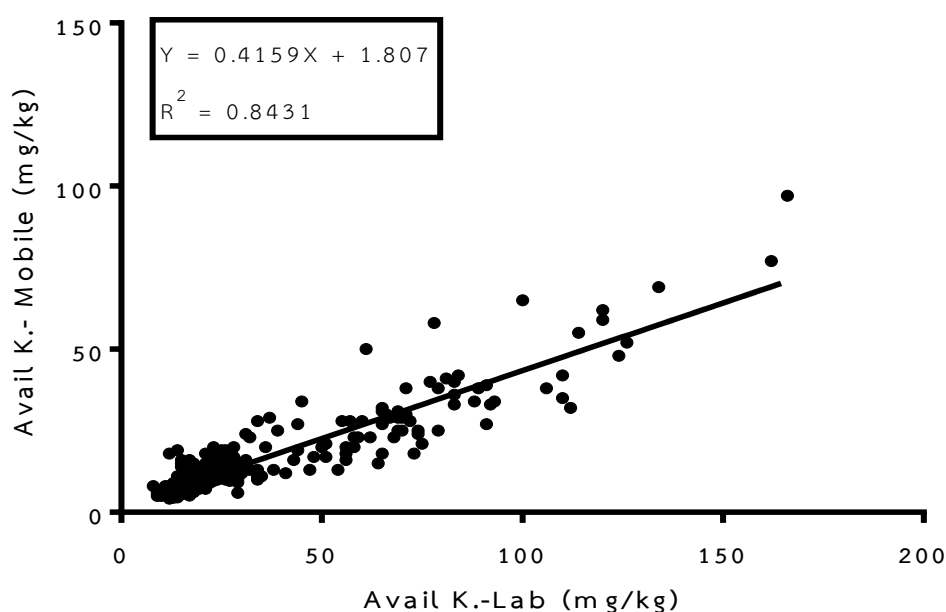
แม้สมการความสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการทางดินกับ Mehlich I จะมีความชัดเจนในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม แต่การศึกษาเปรียบเทียบควรมีอย่างต่อเนื่อง โดยจัดให้มีการแยกกลุ่มของสมบัติดินให้แตกต่างกัน และการสร้างการจำลองปริมาณธาตุอาหารที่มี เพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่ดียิ่งขึ้นไป

ทั้งนี้ มีการศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์โพแทสเซียมแตกต่างกัน โดย Pedro (2006) ได้แสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์หาโพแทสเซียมด้วย Mehlich III กับ  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ไว้ ดังนี้

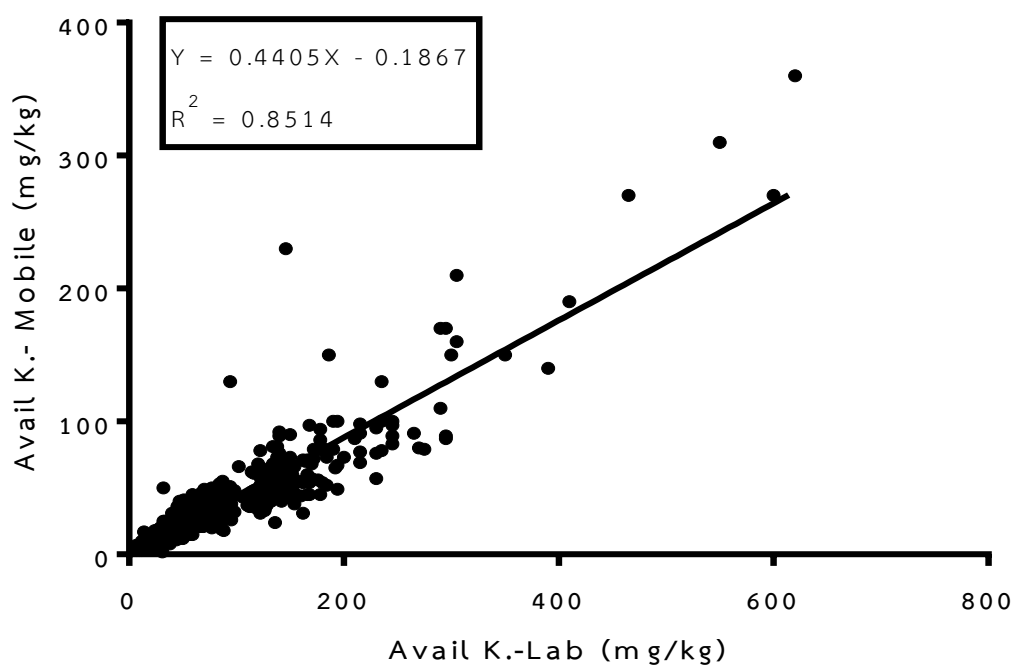
$$\text{Mehlich3} = -2.53 + 0.975 \text{ NH}_4\text{OAc} \quad \text{ค่า } r^2 = 0.967$$

ซึ่งมีลักษณะความสัมพันธ์คล้ายกับผลการศึกษาของ Manjula (2005) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างวิธี Mehlich III กับ  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ในลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงที่มีค่าความชันเป็น 1 ดังสมการข้างล่างนี้ อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยใช้ Mehlich I ในการทำ Test kit และในหน่วยวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาดังกล่าว

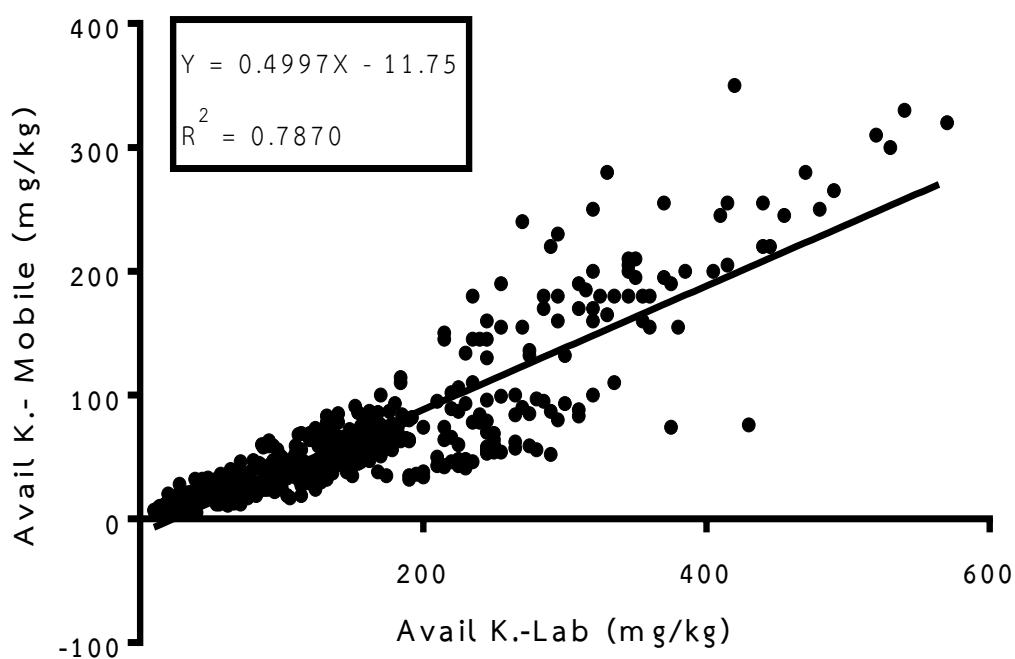
$$\text{Mehlich3} = 21.6 + 0.9 \text{ NH}_4\text{OAc} \quad \text{ค่า } r^2 = 0.993 \quad N = 162$$



ภาพที่ 84 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ



ภาพที่ 85 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I ในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง



ภาพที่ 86 แสดงความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมระหว่างวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กับ Mehlich I ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการทางดินเมื่อเปรียบเทียบกับชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายแล้ว มีผลที่ตรงกันร้อยละ 76.77 (ส่วนที่ระบายสีเข้มในตารางที่ 41) เมื่อไม่มีการแยกกลุ่มเนื้อดิน แต่เมื่อมีการแยกตามกลุ่มเนื้อดินแล้ว กลุ่มดินเนื้อหยาบจะมีผลที่ตรงกันร้อยละ 87.97 กลุ่มดินเนื้อปานกลางมีผลตรงกันร้อยละ 75.48 และกลุ่มดินเนื้อละเอียดมีผลตรงกันร้อยละ 73.08

สำหรับผลการวิเคราะห์ดินด้วยวิธี Mehlich I เมื่อเปรียบเทียบกับชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายแล้ว มีผลที่ตรงกันร้อยละ 77.93 (ส่วนที่ระบายสีเข้มในตารางที่ 45) เมื่อไม่มีการแยกกลุ่มเนื้อดิน แต่เมื่อมีการแยกตามกลุ่มเนื้อดินแล้ว กลุ่มดินเนื้อหยาบจะมีผลที่ตรงกันร้อยละ 96.22 กลุ่มดินเนื้อปานกลางมีผลตรงกันร้อยละ 85.44 และกลุ่มดินเนื้อละเอียดมีผลตรงกันร้อยละ 58.70

ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการทางดินกับการใช้ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย แสดงถึงความสอดคล้องของผลวิเคราะห์ดินค่อนข้างดี ทั้งแบบไม่แยกกลุ่มเนื้อดินและแยกกลุ่มเนื้อดิน ซึ่งต่างจากการใช้ชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายเปรียบเทียบกับ Mehlich I ที่มีความสอดคล้องกันค่อนข้างดีเมื่อไม่มีการแยกกลุ่มเนื้อดิน แต่เมื่อมีการแยกกลุ่มเนื้อดินแล้ว กลุ่มดินเนื้อหยาบให้ผลที่มีความสอดคล้องดีมากถึงกว่าร้อยละ 90 กลุ่มดินเนื้อปานกลางแสดงถึงความสอดคล้องกันสูงเช่นกัน ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มดินเนื้อละเอียดที่มีความสอดคล้องกันปานกลาง แสดงให้เห็นถึงการมีปัจจัยบางอย่างที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ดินในกลุ่มดินเนื้อละเอียด ซึ่งอาจเป็นชนิดของแร่ดินเหนียวที่มีผลต่อการดูดซับโพแทสเซียมไว้แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบค่าเฉพาะช่วงผลวิเคราะห์จะพบว่า การวิเคราะห์ดินด้วยวิธีตามห้องปฏิบัติการทางดิน เทียบกับผลวิเคราะห์จากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายในแต่ละช่วงค่ามีความสอดคล้องกันร้อยละ 81.31, 25.69 และ 98.13 ของช่วงค่าต่ำ, ปานกลาง และสูง ตามลำดับ ความไม่สอดคล้องพบในช่วงกลางของการตรวจวัดมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนจากสายตาของผู้ตรวจวัดได้

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ดินด้วยวิธี Mehlich I กับผลวิเคราะห์จากชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายในแต่ละช่วงค่า พบว่ามีความสอดคล้องกันร้อยละ 88.67, 64.03 และ 56.15 ของช่วงค่าต่ำ, ปานกลาง และสูง ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องกันมากในช่วงค่าต่ำมากที่สุด ส่วนช่วงค่าปานกลาง และสูงมีความสอดคล้องปานกลาง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนจากสายตาของผู้ตรวจวัดได้

**ตารางที่ 41** ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย โดยไม่มีการแยกตามกลุ่มเนื้อดิน (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดิน<br>ไม่แยกเนื้อดิน |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|-----------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                               |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| ห้องปฏิบัติการ                                | ต่ำ     | 883                    | 30      | 2   |
|                                               | ปานกลาง | 133                    | 65      | 5   |
|                                               | สูง     | 70                     | 158     | 367 |

ตารางที่ 42 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อหยาบ (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อหยาบ |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|-------------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                                 |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| ห้องปฏิบัติการ                                  | ต่ำ     | 239                    | 0       | 0   |
|                                                 | ปานกลาง | 24                     | 11      | 0   |
|                                                 | สูง     | 2                      | 9       | 6   |

ตารางที่ 43 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|----------------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                                    |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| ห้องปฏิบัติการ                                     | ต่ำ     | 511                    | 25      | 2   |
|                                                    | ปานกลาง | 68                     | 42      | 0   |
|                                                    | สูง     | 18                     | 89      | 69  |

ตารางที่ 44 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อละเอียด |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|----------------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                                    |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| ห้องปฏิบัติการ                                     | ต่ำ     | 133                    | 5       | 0   |
|                                                    | ปานกลาง | 41                     | 12      | 5   |
|                                                    | สูง     | 50                     | 60      | 292 |

ตารางที่ 45 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายโดยไม่มีการแยกตามกลุ่มเนื้อดิน (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินไม่แยกเนื้อดิน |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|-------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                           |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                    | ต่ำ     | 963                    | 29      | 9   |
|                                           | ปานกลาง | 118                    | 162     | 155 |
|                                           | สูง     | 5                      | 62      | 210 |

ตารางที่ 46 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อหยาบ (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อหยาบ |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|-------------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                                 |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                          | ต่ำ     | 257                    | 0       | 0   |
|                                                 | ปานกลาง | 8                      | 19      | 2   |
|                                                 | สูง     | 0                      | 1       | 4   |

ตารางที่ 47 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|----------------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                                    |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                             | ต่ำ     | 537                    | 16      | 1   |
|                                                    | ปานกลาง | 59                     | 114     | 17  |
|                                                    | สูง     | 1                      | 26      | 53  |

ตารางที่ 48 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของระดับการประเมินปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจสอบดินอย่างง่ายของกลุ่มดินเนื้อละเอียด (หน่วย: จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลตรงกัน)

| โพแทสเซียมเป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มดินเนื้อปานกลาง |         | ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย |         |     |
|----------------------------------------------------|---------|------------------------|---------|-----|
|                                                    |         | ต่ำ                    | ปานกลาง | สูง |
| วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่                             | ต่ำ     | 169                    | 13      | 8   |
|                                                    | ปานกลาง | 51                     | 29      | 136 |
|                                                    | สูง     | 4                      | 35      | 153 |

## 4. สรุปและข้อเสนอแนะ

### 4.1 สรุปผลการวิจัย

แผนงานวิจัยนี้ ได้รวมการศึกษาทดลองในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ในลักษณะของการบูรณาการการทำงานเข้าด้วยกัน มีการใช้ข้อมูลร่วมกัน ใช้ตัวอย่างดินร่วมกัน ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีการใช้งานได้อย่างมีคุณค่ายิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้รวมผู้วิจัยในระดับโครงการย่อยและแปลงย่อยให้มีการทำงานร่วมกัน มีการประสานงานและบูรณาการกัน ทำให้สามารถทำแปลงทดลองในพื้นที่ต่างๆ ได้ครอบคลุมในหลายๆ พื้นที่ตามวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ตาม ปัญหาและอุปสรรคของการเป็นทีมงานขนาดใหญ่ย่อมมีเสมอ ด้วยข้อจำกัดเรื่องเวลา ระยะทาง ประสพการณ์ การกิจหน้าที่อื่นๆ รวมถึงการอยู่ต่างสายงานบังคับบัญชาของทีมงานวิจัยแต่ละคน ทำให้การประสานงานและการบูรณาการของทีมงานวิจัยไม่ได้สมบูรณ์ตามที่มุ่งหวังไว้ แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงถือได้ว่าแผนงานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะการได้ข้อมูล และแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงต่อไป ดังนี้

1. ผลการศึกษายืนยันให้เห็นว่า การใช้คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในภาพรวมนั้นเหมาะสมดีแล้วสำหรับคำแนะนำในปัจจุบัน ยกเว้นในบางชนิดพืช เช่น อ้อย ที่ควรมีการปรับคำแนะนำให้มีการเพิ่มไนโตรเจน เป็นต้น ผลการทดลองจากแปลงทดลองส่วนใหญ่สอดคล้องตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ไม่ว่าจะทดสอบในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน หรือมีชุดดินที่แตกต่างกันก็ตาม อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการประเมินธาตุอาหารที่ควรจะให้แตกต่างกันในแต่ละลักษณะของดิน ซึ่งเป็นข้อมูลระดับที่ละเอียดยิ่งขึ้นและควรมีการศึกษามากยิ่งขึ้น

2. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าว พบว่า ในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป ควรแยกการให้คำแนะนำตาม “ปุ๋ยสั่งตัด” ไว้เป็นการเฉพาะสำหรับชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย ส่วนผลการวิเคราะห์ดินจากวิธีการอื่นๆ ควรใช้คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยแยกให้เป็นตัวเลือกระหว่างคำแนะนำตามผลวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และผลวิเคราะห์เชิงปริมาณ ซึ่งผลวิเคราะห์เชิงปริมาณยังคงใช้สมการในการให้คำแนะนำที่มีอยู่เดิมในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 ได้

3. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด ในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป ควรแยกการให้คำแนะนำตาม “ปุ๋ยสั่งตัด” ไว้เป็นการเฉพาะสำหรับชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย ส่วนผลการวิเคราะห์ดินจากวิธีการอื่นๆ ควรใช้คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยแยกให้เป็นตัวเลือกระหว่างคำแนะนำตามผลวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และผลวิเคราะห์เชิงปริมาณ ซึ่งผลวิเคราะห์เชิงปริมาณควรมีการปรับเปลี่ยนสมการในการให้คำแนะนำปุ๋ยไนโตรเจนจากเดิมให้มีความสอดคล้องการตอบสนองของข้าวโพดให้มากขึ้น โดยเฉพาะในดินร่วนปนทรายในพื้นที่ดอน

4. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับอ้อย ในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนคำแนะนำ และควรได้มีการทดลองการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนใหม่ โดยให้มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เพราะผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผลผลิตของอ้อยยังคงเพิ่มขึ้นแม้ว่าจะให้ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.25 เท่าของคำแนะนำ และยังมีแนวโน้มจะสูงขึ้นได้อีกหากได้รับปริมาณไนโตรเจนที่มากขึ้น ทั้งนี้ การปรับเพิ่มปริมาณไนโตรเจนขึ้นไปอีกเท่าใดนั้น ยังไม่มีผลการทดลองยืนยันแน่ชัด

5. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง ในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป การให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นในกรณีที่มีน้ำชลประทาน ยังคงมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งควรได้มีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป นอกจากนี้พื้นที่มันสำปะหลังมีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งเมื่อปลูกในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้น การพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงกรณีมันสำปะหลัง ควรมีการแยกให้คำแนะนำตามกลุ่มพื้นที่ของ

มันสำปะหลังด้วย เช่นเดียวกันกับกรณีแยกข้าวไวต่อช่วงแสง และไม่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งการจะแยกอย่างไร มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมจากส่วนงานต่างๆ และอาจรวมถึงการแยกกลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อน้ำ และไม่ตอบสนองต่อน้ำด้วย

6. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่ว ในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป ควรมีการพิจารณาแยกชนิดของถั่วให้ชัดเจน แม้ว่าในแหล่งข้อมูลอ้างอิงจากกรมวิชาการเกษตรจะให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับถั่วเป็นค่าเดียวกันหมด เพราะผลการทดลองในกรณีของถั่วเหลืองในดินเหนียวสีดำในที่ลุ่ม และดินเหนียวสีแดงในที่ดอน พบว่าควรมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของคำแนะนำเดิม อย่างไรก็ตามยังมีเหตุปัจจัยหลายประการที่ไม่ชัดเจน เช่น การคงอยู่และการทำงานของไรโซเบียมมีหรือไม่มีผลเพียงใดต่อการทดลองฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในถั่ว ไม่ส่งผลในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่น่าไปสู่การปรับปรุงข้อมูลในปุ๋ยรายแปลงได้

7. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะรด ในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป ควรให้ความสำคัญกับปุ๋ยอินทรีย์สำหรับสับปะรดอย่างมาก เพราะพบว่าอินทรีย์วัตถุในดินในการปลูกสับปะรด มีผลอย่างมากต่อผลผลิต โดยเฉพาะในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 และควรมีคำแนะนำหรือคำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม เมื่อมีการเรียกใช้งานฟังก์ชันการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีว่า “การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในสับปะรด อาจส่งผลที่ไม่สอดคล้องกับการปลดปล่อยธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์ ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ในโปรแกรม โดยเฉพาะในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ” นอกจากนี้ในแปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 การตอบสนองต่อไนโตรเจนของสับปะรดยังมากกว่าคำแนะนำอย่างน้อย 1.25 เท่า ทั้งนี้เป็นไปได้ว่า ในดินที่อินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 จะมีอัตราการสูญเสียไนโตรเจนสูงกว่าปกติ สับปะรดจึงตอบสนองดีขึ้นเมื่อมีการได้รับไนโตรเจนมากขึ้น และยังคงตอบสนองดีเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์

8. ประการสำคัญของผลการวิจัยนี้ คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ปุ๋ยอินทรีย์ปลดปล่อยอยู่ที่ร้อยละ 60 ส่งผลให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าแม้จะให้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งเมื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแล้วมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว แต่ผลผลิตจะไม่ได้มากขึ้นตามปริมาณธาตุอาหารที่คำนวณจากผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์เลย แต่ต้องคำนวณจากปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก ซึ่งการให้อัตราปลดปล่อยอยู่ที่ร้อยละ 60 อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว จึงไม่ต้องปรับแก้โปรแกรมในส่วนนี้

9. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการปลดปล่อยธาตุอาหารพบว่า ธาตุอาหารจะถูกปลดปล่อยเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินแล้วหนึ่งเดือน ซึ่งส่งผลต่อการกำหนดช่วงเวลาการให้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชได้ และสามารถใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมได้ หากมีการใช้ฟังก์ชันเชิงเวลาในโปรแกรม

10. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการจัดการน้ำ 2 โครงการ ผลการวิจัยทำให้สามารถประเมินความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อการจัดการน้ำของพืชจากเนื้อดินได้ เนื่องจากพบว่ามีความสัมพันธ์ชัดเจนกับเนื้อดินทั้งเนื้อดินหยาบ ปานกลาง และละเอียด และสอดคล้องต่อผลจากการทำแปลงทดลองด้วยเช่นกัน และเมื่อข้อมูลการให้คำแนะนำผูกโยงกับสมบัติดินประการใดประการหนึ่งย่อมสามารถสร้างเป็นฟังก์ชันในการให้คำแนะนำด้วยโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการจัดการน้ำเป็นข้อมูลที่ขึ้นอยู่กับเวลา ดังนั้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาฟังก์ชันและการทำงานเชิงเวลาในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงก่อน เช่นเดียวกันกับการเพิ่มเรื่องการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์

11. จากโครงการวิจัยย่อยด้านการเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ดิน สร้างความชัดเจนในการแปลผลการวิเคราะห์ดินจากวิธีการวิเคราะห์ดินหนึ่งไปสู่วิธีการวิเคราะห์ดินหนึ่ง โดยเฉพาะการวิเคราะห์หาโพแทสเซียม ส่วนในกรณีของฟอสฟอรัสยังคงจำเป็นต้องได้มีการศึกษาเฉพาะปัจจัยต่อไป

ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า การทดลองในโครงการวิจัยย่อยทั้ง 10 โครงการ มีส่วนในการพัฒนาและเผยแพร่โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงทั้งสิ้น ผลการทดลองบางส่วนช่วยยืนยันสิ่งที่มีการสร้างไว้แล้วในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่น 3.0 ขณะที่ผลการทดลองบางส่วนแสดงถึงผลที่แตกต่างออกไปจากคำแนะนำเดิม ซึ่งนำไปสู่การศึกษา ค้นคว้าและพัฒนาข้อมูลของโปรแกรมให้มีความแม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยของโครงการวิจัยย่อยทั้งหมดนั้น ยังคงจำเพาะจำกัดอยู่ในปัจจัยแวดล้อมที่จำกัด แม้ว่าจะนำผลการวิจัยไปปรับปรุงฐานข้อมูลในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงแล้วก็ตาม ก็จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการทำแปลงทดสอบเพื่อยืนยันผลที่ได้อีกชั้นหนึ่ง ก่อนที่จะรับรองการให้คำแนะนำใหม่ ซึ่งต่างจากปัจจุบัน แม้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงจะมีการปรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้วยการสร้างสมการโลจิสติกส์ แต่โดยรวมแล้วลิมิตของคำแนะนำยังคงอยู่ในกรอบของคำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตร ซึ่งโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงใช้เป็นแหล่งอ้างอิงสำคัญ สำหรับผลการทดลองเรื่องการจัดการน้ำ และการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ ถือได้ว่าเป็นการนาร่องให้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงรุ่นต่อไปได้

โดยสรุปแล้ว ผลการทดลองของทั้ง 10 โครงการย่อย จะถูกนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในรุ่นต่อไป โดยจะนำไปใช้ในการปรับปรุงฟังก์ชันหรือสมการบางประการ ซึ่งมีผลต่อการให้คำแนะนำปุ๋ย อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมก่อนด้วยแปลงทดสอบ ก่อนให้มีการรับรองฟังก์ชันหรือสมการที่เปลี่ยนแปลงไป

#### 4.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัย

ด้วยข้อจำกัดเรื่องงบประมาณและบุคลากร ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เน้นเฉพาะการศึกษาเรื่องธาตุไนโตรเจน มากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ ซึ่งไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความอ่อนไหวมากต่อการสูญเสีย ทำให้เป็นธาตุอาหารที่จัดการได้ยาก ขณะที่ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีผลต่อผลผลิตอย่างมากในหลายๆ ชนิดพืช ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าในหลายๆ ชนิดพืช หลายๆ กรณี คำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงทำให้พืชได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอสำหรับการเพิ่มผลผลิต ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมต่อไป

แผนงานวิจัยนี้ประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อยจำนวนมาก และมีแปลงย่อยในการทำการทดลองในพื้นที่ที่แตกต่างกัน บนชุดดินที่แตกต่างกัน จึงทำให้ผลการวิจัยนี้มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก ที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ แปลผลเพิ่มเติม และอาจได้มีการค้นพบใหม่ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากรายงานแผนงานวิจัยได้

นอกจากนี้ ผลจากการวิจัยครั้งนี้ มีประเด็นที่สามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติม เป็นงานวิจัยต่อยอดที่ควรจะได้มีการวิจัยกันต่อไป ซึ่งเป็นแนวทางที่นักวิจัยสามารถนำไปกำหนดเป็นโจทย์วิจัยต่อไปได้

ในการทำแผนงานวิจัยเพื่อหาแนวทางการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ยในโอกาสต่อไป ควรเน้นการศึกษาเป็นชนิดพืช และให้ครอบคลุมทุกๆ ด้าน ตั้งแต่การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี รวมถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วย เพื่อให้ได้แนวทางในการจัดการอย่างบูรณาการ และสำเร็จเบ็ดเสร็จในช่วงการศึกษาครั้งเดียว อันจะส่งผลต่อการนำผลการศึกษาไปใช้ได้อย่างครอบคลุมทุกมิติ

## เอกสารอ้างอิง

- กมล กองคำ. 2550. การตอบสนองของถั่วลิสงต่อการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และยิปซัม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่, บัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 49 หน้า.
- กรมการข้าว. 2553. องค์ความรู้เรื่องข้าว. ระบบออนไลน์ : <http://www.ricethailand.go.th/Rkb/>
- กรมพัฒนาที่ดิน 2545 คู่มือการผลิตและประโยชน์น้ำหมักชีวภาพ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : 57 หน้า
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มืองดเผาตอซังสร้างดินยั่งยืนพื้นที่ลุ่ม. กรมพัฒนาที่ดิน. 19 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. การป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 157-176.
- กรมวิชาการเกษตร. 2539. เอกสารวิชาการ การปลูกพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 287 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด. เอกสารวิชาการ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 17 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 117 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการเลขที่ 8/2548. สำนักงานเลขานุการกรม, กรมวิชาการเกษตร. 121 หน้า.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มปป. คู่มือการแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง. กรุงเทพฯ. 49 หน้า
- กริช สิทธิโชคธรรม, อรุณศิริ กำลัง, จันทรจรัส วีรสาร และสุริยา สาสนรักกิจ. 2554. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452. ระบบ online : [http://www.kps.ku.ac.th/conference/file/example/ex\\_full2553.pdf](http://www.kps.ku.ac.th/conference/file/example/ex_full2553.pdf).
- กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ. 2554. ข้อมูลสถิติการผลิตพืชเศรษฐกิจภาคเหนือ. ส่วนยุทธศาสตร์และสารสนเทศ สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่. สืบค้นวันที่ 31 สิงหาคม 2560, จาก <http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=33>.
- กลุ่มวิจัยอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการเกษตร. 2546. เอกสารวิชาการ อ้อย. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ทักษิณา ศันสยะวิชัย, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, ศรีสุดา ทิพย์รักษ์, เกษม ชูสอน, จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และชยันต์ รักดีไทย. 2555. ความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ใน แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 3. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, อัจฉรา นันทกิจ, สมปอง หมั่นแจ้ง และไพโรจน์ พันธุ์พุกษ์. 2551. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพกับการผลิตข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 2 ในชุดดินวังสะพุง. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 26 ฉบับที่ 1.
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. การวิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำ และปุ๋ยอ้อย. รายงานโครงการวิจัย, กรมวิชาการเกษตร

- กัลยา รัตนถาวร. 2541. การปลูกถั่วเหลือง. สืบค้นจาก <http://web.ku.ac.th/agri/soi/Main-Soi.htm> สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2554.
- กาญจนา กิระศักดิ์ ชัยนต์ ภักดีไทย และวุฒิพล จันทร์สระคู. 2561. ความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วลิสงขนาดเมล็ดปานกลาง ใน วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 36 ฉบับที่ 2. กรมวิชาการเกษตร.
- กิตตินันท์ วรอนวัฏกุล และสุภาณี ศักดาเยี่ยงยงค์. 2548. เขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจ ถั่วเหลืองฤดูแล้งในเขตชลประทาน. เอกสารวิชาการเลขที่ 35/11/48. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน.
- เกษตรสมบูรณ์. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว. สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2560, จาก <http://www.kasetsoomboon.org/th/joomla-license/2009-05-24-10-30-14/2011-06-21-20-54-03/711--3-.html>.
- เกษม สุขสถาน. 2523. อ้อย. ใน สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 5. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. หน้า 65-106.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จักรินทร์ ศรีธธาพร. 2533. ดินและปุ๋ยอ้อย. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 121-139.
- จารุพันธุ์ ทองแถม, ม.ล. 2526. สับปะรดและอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. ม.ป.พ. 158 หน้า.
- จิราลักษณ์ ภูมิไธสง. 2558. เทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวให้มีคุณภาพ. รายงานโครงการวิจัย, กรมวิชาการเกษตร.
- จิราลักษณ์ ภูมิไธสง. 2561. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพถั่วเขียว. รายงานโครงการวิจัย, กรมวิชาการเกษตร.
- จุฑารัตน์ พุ่มม่วง. 2545. ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตถั่วเหลืองในเขตน้ำฝนในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, บัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และสมชาย บุญประดับ. 2554. การปลูกถั่วเขียว สืบค้นจาก [https://www.baanjommyut.com/library\\_5/agricultural\\_knowledge/farm\\_products/10.html](https://www.baanjommyut.com/library_5/agricultural_knowledge/farm_products/10.html) สืบค้นวันที่ 1 กันยายน 2560.
- ชูศักดิ์ สัจจงพงษ์ จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง ศานิต อิมพิทักษ์ บพิตร อุไรพงษ์ บุญเลิศ สร้อยเงิน และอุดม วงศ์ชนะภัย. 2553. ผลของวิธีการให้น้ำและการให้ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรด ใน ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553 เล่มที่ 2. กรมวิชาการเกษตร.
- ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวิ จิระชีวี, และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 2). วารสารเคหการเกษตร. 470 หน้า.

- ถวิล ครุฑกุล. 2523. การใช้ปุ๋ยกับอ้อย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทักษิณา คັນสยะวิชัย. 2558. การวิจัยและพัฒนาการเพิ่มผลผลิตอ้อย. รายงานชุดโครงการวิจัย, กรมวิชาการเกษตร.
- ทัศนีย์ อัดตนันท์. 2550. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 359 หน้า.
- ทิพย์วรรณ หลวงวงศ์ และพศิน ฝ่ายเทศ. 2559. โครงการสาธิตทดสอบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกรมพัฒนาที่ดิน ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์ กข.41 และการทดสอบ LDD test kit จังหวัดพิษณุโลก. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8, กรมพัฒนาที่ดิน.
- เทวา เมลาณนท์. 2531. การวิเคราะห์การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วลิสงภายใต้ฤดูปลูกที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่, บัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เทอดศักดิ์ ศุภสารัมภ์; ลัดดาวัลย์ ชุนชาติประเสริฐ; นัยนา พึ่งพันธ์. 2534. การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินเค็มน้ำขัง แห่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย ใน วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 7(2) หน้า 21-30 ค้นคืนวันที่ 19 กันยายน 2553 จาก
- เทียนชัย สุวรรณเวช. 2537. อิทธิพลของจำนวนประชากรและการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตข้าวโพดในดินเหนียวสีดำ. บทความในงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2535-2537 ของคณาจารย์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. หน้า 92-93 (111 หน้า).
- ไทยฟาร์เมอร์. 2553. ปุ๋ยอินทรีย์. สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2553, จาก <http://www.thaifarmerproduct.com>
- ธงชัย มาลา, ประยูร เพียตะเณร; จิรวัดน์ พุ่มเพชร และวันทนี พึ่งแสง. 2540. การใช้เชื้อ Azotobacter ปุ๋ยหมักและหินฟอสเฟตเป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนา กรุงเทพฯ. 12 หน้า.
- ธวัช ดินนังวัฒนะ. 2543. การทำไร่อ้อยยุคใหม่. ศูนย์เกษตรอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, สำนักงานคณะกรรมการ อ้อยและน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ
- นภาพร คำนวนทิพย์ วีระศักดิ์ เทพจันทร์ รัชนี โสภา และศิริภรณ์ จรินทร์. 2557. การศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ดีเด่น. รายงานวิจัยชุดโครงการวิจัยและพัฒนาถั่วเหลือง, กรมวิชาการเกษตร.
- นันทนา ชื่นอิม, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, สมชาย กริชาภิรมย์ และนุชรา สิบบัวทอง. 2553. การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าการวิเคราะห์ดิน. สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/data53/KC4801041.pdf>
- นатыา กาฬภักดี และอรรณสิทธิ์ บุญธรรม. 2555. การเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราที่เหมาะสม ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ใน การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- นุชจรี กองพลพรหม, ฤทธิรงค์ จังโกฏี และธวัชชัย ธาณี. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105. ใน ก้าวทันโลก วิทยาศาสตร์ ปีที่ 15 ฉบับที่ 1.
- บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ ราษฎร์ สืบคำ ชัชชนพร เกื้อหนุน สมควร คล่องช้าง ญัฐพร ประคองเก็บ และนันทนา โพธิ์ สุข. 2559. ศึกษาการให้น้ำและปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดในดินเหนียวชุดดินทับทิมขาว ใน วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 1. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- บรรลพ โพนทองแสง โกวิทย์ ภูาลัย สายัญ พันธุ์สมบูรณ์ และดำรงค์ ก่องดวง. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ย ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินบ้านไผ่ ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอ ผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- บัณฑิต ต้นศิริ และคำรณ ไทรพิทักษ์. 2539. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กองวางแผนการใช้ที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 63 หน้า
- เบญจพร กุลนิตย และสมพร นาสมพงษ์. 2560. การจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน. ใน แก่นเกษตร ปีที่ 45 ฉบับที่ 1. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปราณี รัตนานพวงศ์. 2542. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเทียนพันธุ์ SSRTW 8801 ที่ได้รับการจัดการศัตรูพืชและชนิดของปุ๋ยที่แตกต่างกัน. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 16: เล่ม 2 สาขาเกษตรศาสตร์. หน้า 16-28 (552 หน้า).
- ปริญญาวดี บานชื่น. 2541. เวลาและอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการตรึงไนโตรเจนและผลผลิตของถั่วเหลือง พันธุ์ เชียงใหม่ 60. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่, บัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ปรีชา ประจวบเหมาะ. 2523. ธาตุอาหารสำหรับอ้อย, หน้า 35-46. ใน เอกสารวิชาการ เล่มที่ 1 อ้อย. กรม วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ปรีชา สุริยพันธ์. 2523 ข. พฤกษศาสตร์ของอ้อย, หน้า 11-20. ใน เอกสารวิชาการ เล่มที่ 1 อ้อย. กรม วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ปัทมา วิทยากร, อรรณพ พุทธิโส, สมชาย บุตรนันท์, ภาณุเดช กมลมานิตย์, เบญจพร กุลนิตย และระติกร แสง ห้าว. 2556. การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินทรายโดยใช้สารอินทรีย์: การศึกษาเชิง กระบวนการ ใน แก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 2. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปัทมา วิทยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรทิวา คล้ายเดช สัจจา บรรจงศิริ และพงศ์พันธุ์ เขียวศิริ. 2557. การเปรียบเทียบผลการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
- พฤษฯ คงสวัสดิ์. 2561. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิตสับปะรด. รายงานโครงการวิจัย, กรม วิชาการเกษตร.
- พิพัฒน์ วีระถาวร, อังสนา โตกิจกล้า, ประทวน กลิ่นโต, สมศักดิ์ รอดหลง และไตรสุตา ไตรจโรจ. 2538. การทดสอบปุ๋ยในไร่นาเกษตรกร, หน้า 118-128. ใน การประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทราย แห่งชาติ ครั้งที่ 2. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- ภาวนา ลิกขนานนท์. 2542. การย่อยละลายฟอสเฟตโดยเชื้อจุลินทรีย์. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วัลลีย์ อมรพล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ศรีสุตา ทิพย์รักษ์ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี จิณณจารย์ หาญเศรษฐสุข ประพิศ วงเทียม และสมพงษ์ ทองช่วย. 2560. การศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในกลุ่มดินร่วนปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง ใน วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 35 ฉบับที่ 2. กรมวิชาการเกษตร.
- วัลลีย์ อมรพล. 2558. โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง. รายงานโครงการวิจัย กรมวิชาการเกษตร.
- วิทยา ตริโลเทศ. มปป. การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อปุ๋ยไนโตรเจน และการให้น้ำชลประทานแบบหยดเพื่อการเก็บเกี่ยวอายุสั้น. ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นจาก [http://stdb.most.go.th/research\\_abstract.aspx?ResearchId=85901](http://stdb.most.go.th/research_abstract.aspx?ResearchId=85901)
- ศรินทร์ สุราษฎร์. 2561. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสง. รายงานโครงการวิจัย, กรมวิชาการเกษตร.
- ศิริพร กาทอง และเฉลิมเรือง วิริยะชัย. 2557. การหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. วารสารวิจัย มช. (บศ.) 14 (4) : ต.ค. - ธ.ค. หน้า 57-68.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2526. คำแนะนำการปลูกพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมฤทัย ตันเจริญ สันติ อีราภรณ์ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ชลวุฒิ ละเอียด สาธิต อารีรักษ์ สมควร คล่องช้าง ศิริขวัญ ภูนา และอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพ ผลตกค้างของวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพด. ใน ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553 เล่มที่ 1, กรมวิชาการเกษตร
- สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2559. ข้าวสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม 2559. สืบค้นวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2559 จาก <http://www.thairiceexporters.or.th/Press%20release/2016/TREA%20Press%20Release%20-%20January%202016%20-%2029012016.pdf>
- สายชล สุขญาณกิจ และธนพัฒน์ ปลื้มพวง. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและธาตุอาหารหลักในข้าวเจ้าพันธุ์ กข.41 ที่ปลูกในชุดดินอยุธยา. ใน วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 46 ฉบับที่ 3 (พิเศษ).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. เล่มที่ 1. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน. 184 หน้า.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์ดินเพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ, กรมพัฒนาที่ดิน. 246 หน้า.

- สุชาติ คำอ่อน. 2548. เรื่องเติมการทดสอบสูตรและอัตราปุ๋ยเคมีต่อการให้ผลผลิตอ้อยในจังหวัดร้อยเอ็ด. ใน รายงานผลการดำเนินงานวิจัยก้าวหน้า ปีงบประมาณ 2548. ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตร้อยเอ็ด, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุดชล วันประเสริฐ. 2558. การจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุนทร อัครณกุล. 2529. หลักการปฐพีฟิสิกส์ ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
- สุนทร ยิ่งชัชวาลย์ และ กุมุท สังขศิลา. 2534. ค่าพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำ ในชุดดินกำแพงแสน ใน ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 หน้า 177-190.
- สุนทร ยิ่งชัชวาลย์. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม, สืบค้นวันที่ 28 สิงหาคม 2560 จาก <http://www.cab.ku.ac.th/suntaree/index.php/publication/book/17-transport.html>.
- สุนทร ยิ่งชัชวาลย์. 2536. บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน. ภาควิชาปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- สุนทร อัครณกุล และ พงษ์มณี ทองใบ. 2527. สมการเส้นอัตราลักษณ์ ของน้ำในดินที่เหมาะสมสำหรับดินชุดโคราช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุพจน์ เอี้ยงกฤษ. 2531. ผลกระทบของวิธีการเตรียมดินและความชื้นของดินต่อความต้านทานของดินและการสร้างฝักของถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์, บัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สุรพล เข้าน้อง, ชุศักดิ์ จอมพุก, สุปราณี งามประสิทธิ์, เอ็จ สโรบล และยุวดี อ่วมสำเนียง. 2553. ใน การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 4: เรื่องการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น. กรุงเทพฯ, หน้า 149-155 (397 หน้า).
- สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง. หน้า 67. ใน: รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่องการจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่. 23 – 25 กุมภาพันธ์ 2542. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- สุวลักษณ์ อะมะวัลย์. 2555. ผลของปุ๋ยชีวภาพฟิสิกส์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของมันสำปะหลัง. การค้นคว้าอิสระ, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สุวิมล พุทธจรรยาเวศ. 2545. ความสมดุลของธาตุอาหารโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อนุชา ทองมี. 2540. อิทธิพลของรูปแบบการปลูกและวันปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวและข้าวไร้ในระบบพืชแซม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- อนุชา เหลาเคน นิพนธ์ ภาพชนะวรรณ สุชาติ คำอ่อน ทักษิณา ศันสยะวิชัย และจักรพรรดิ วุ่นสีแซง. 2557. การทดสอบการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝน จังหวัดมหาสารคาม ใน แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 2, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ กวี สุจิตติ มณฑนา วีระพัฒนกร ขนิษฐา รุตรตนมงคล ศศิวิมล จิตรากร สุกีวรรณ เดชโยธิน และอำนาจ พิรุณสา. (2560) การประเมินผลกระทบทางสังคมและเศรษฐกิจจากการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด ในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก. ใน นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อัยยะ พินิจสกุลดิษฐ์ และ สมพร ผาตินาวิน. 2554. โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช/คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ใน การประชุมวิชาการข้าว เนื่องในโอกาสวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ปี 2554. หน้า 156-163.
- อัญชลี สุทธิประการ. 2553. แร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียวของ ดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ
- อานุช ศิริรัฐนิคม, สุภาว ศิริรัฐนิคม และทิพย์ทิวา สัมพันธ์มิตร. 2559. การย่อยสลายของซากพืช และการปลดปล่อยธาตุอาหาร ในป่าชุมชน บ้านหนองหิน อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง ใน วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 19 ฉบับที่ 2. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- Arunachalam, K. & A. Arunachalam. 1999. Effect of temperature on N-mineralization in soils of humid subtropical regrowth in Meghalaya, India. *Indian Journal of Soil Conservation* 27: 50-54.
- Banerjee, M.R., D.L. Burton & C.A. Grant. 1999. Influence of urea fertilization and urease inhibitor on the size and activity of the soil microbial biomass under conventional and zero tillage at two sites. *Canadian Journal of Soil Science* 79: 255-263.
- Barnes, A.C. 1953. *Agriculture of Sugarcane*. Leonard Hill Books, London.
- Bationo, A., W.E. Baethgen, C.B. Christianson and A.U. Mokwunye. 1991. Comparison of five soil testing methods to establish phosphorus sufficiency levels in soil fertilized with water-soluble and sparingly soluble-P sources. In *Fertilizer research* 28 : 271-279.
- Blackburn, F. 1984. *Sugarcane*. Longman, Inc., New York.
- Bowen, J.E. 1981. Micro-elements nutrients of sugarcane. II. Introduction in micro-elements accumulation. *Trop. Agr.* 58: 215-220.
- Brooks, R.H., and A.T. Corey. 1966. Properties of porous media affecting fluid flow. *Proc. Amer. Soc. Civ. Eng. J. Irri. & Drain. Div.* IR2, 61-68.
- Brown, J. R. and D. Warncke. 1988. Recommended cation tests and measures of cation exchange capacity, pp. 15-16. In W.C. Dahnke, ed. *Recommended Chemical Soil Test Procedure for the North Central Region*. North Dakota Agric. Exp. Stn. Bull. 409.
- Cass, A. 1999. Interpretation of some soil physical indicators for assessing soil physical fertility. In "Soil analysis: An interpretation manual". 2nd edn. (Eds K.I. Peverill, L.A. Sparrow and D.J. Reuter.) pp. 95-102. (CSIRO Publishing: Melbourne.)

- Chan, Y.K., Coppens d'Eeckenbrugge, G. and Sanewski, G.M. (2003) Breeding and variety improvement. In: Bartholomew, D.P., Paull, R. and Rohrbach, K.G. (eds) *The Pineapple: Botany, Production and Uses*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 33-55, p. 320.
- Cosgrove D.J. 1977. Microbial transformations in the phosphorus cycle. *Adv Microb Ecol* 1:95-134.
- Culley, J.L.B. 1993. Density and Compressibility. In M.R. Carter. Ed., *Soil Sampling and Methods of Analysis, Part 3*. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. pp. 529-539.
- Doll, E. C. and R. E. Lucas. 1973. Testing Soils for Potassium, Calcium and Magnesium, pp. 133-151. In Walsh, L.M. and D.B. James, eds. *Soil Testing and Plant Analysis*. SSSA Inc., ASC Inc, Madison, Wisconsin, USA.
- Hall, D.G.M., M.J. Reeve, A.J. Thomasson, and V.F. Wright. 1977. Water retention, porosity and density of field soils. *Soil Survey of England and Wales Technical Monograph No.9*. Rothamsted Experimental Station. Harpenden, Herts, U.K.
- Handreck, K.A., and Black, N.D. 1984. *Growing media for ornamental plants and turf*. (NSW University Press: Kensington, NSW.)
- Hanselman, T.A. 2000. In situ methods for measuring net nitrogen mineralization rates of organic soil amendments. M.S. Thesis. University of Florida, Gainesville, Florida
- Havlin, J. L., J. D. Beaton, Tisdale and W. L. Nelson. 2005. *Soil Fertility and fertilizers: an Introduction to Nutrient Management*. 7th ed. Pearson Prentice Hall Inc., New Jersey. USA.
- Hazelton, P., and Murphy, B. 2007. *Interpreting soil test results: what do all the numbers mean?* (2nd ed.) NSW Department of Natural Resources (CSIRO: Australia). 152 p.
- Hillel, D. 1980a. *Fundamentals of Soil Physic*. : Academic Press, New York. 413p.
- Houbal. V. J. G., I. Novozamsky, A. W. M. Huybregts and J. J. van der Lee. 1986. Comparison of soil extractions by 0.01M CaCl<sub>2</sub>, by EUF and by some conventional extraction procedures. *Plant and Soil*. 96: 433-437.
- Humbert, R.P. 1968. *The Growth of Sugarcane*. Elsevier, Amsterdam.
- Hunsigi, G. 1993. *Production of Sugarcane: Theory and Practice*. Springer-Verlag., Berlin.
- Hunt, N., and Gilkes, R. 1992. *Farm monitoring handbook – A practical down to earth manual for farmers and other land users*. (University of Western Australia: Nedlands, W.A., and Land Management Society: Como, W.A.)
- Hunt, N., and Gilkes, R. 1992. *Farm monitoring handbook – A practical down to earth manual for farmers and other land users*. (University of Western Australia: Nedlands, W.A., and Land Management Society: Como, W.A.)

- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Jansson, S.L., and J. Persson. 1982. Mineralization and immobilization of soil nitrogen. p.229-252. In F. J. Stevenson (ed.) Nitrogen in agricultural soils. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin.
- Kiese, R., H. Papen, E. Zumbusch & K. Butterbachahl. 2002. Nitrification activity in tropical rain forest soil of the coastal lowlands and Atherton, Tablelands, Queensland, Australia. *Journal of Plant Nutrition* 165: 682-685
- Kilmer, V.J., and L.T. Alexander. 1949. Methods of Making Mechanical Analyses of Soils. *Soil Sci.* 68: 15-24.
- Knudsen, D., G. A. Peterson and P. F. Pratt. 1982. Lithium, Sodium and Potassium, pp. 225-246. In A. L. Page, ed. *Method of Soil Analysis Part 2 : Chemical and Microbiological Property Methods*. SSSA Inc, ASA Inc., Wisconsin, USA.
- Kolberg R L, Rouppet B, Westfall D G, Peterson G A. 1997. Evaluation of an in situ net soil nitrogen mineralization method in dryland agroecosystem. *Soil Sci Soc Am J*, 61:504-508.
- Manjula Nathan, Peter Scharf, Yichang Sun and David Dunn. 2005. Evaluating Mehlich III Extractant for Extracting Available Nutrients for Missouri Soils using inductively Coupled Plasma Spectrometry. Missouri agricultural experiment station, University of Missouri.
- Mehlich, A. 1953. Determination of P, Ca, Mg, K, Na and  $\text{NH}_4$ . Pub. No. No. 1-53, N. C. Soil Testing Div., Raleigh, NC.
- Mehlich, A. 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 9: 477-492.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant : A modification of Mehlich 2 extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15: 1407-1416.
- Owen, J.S., W. Mingkung, W. Chungho, K. Henbiau & S.Hailin. 2003. Net N-mineralization and nitrification rates in a forest ecosystems in northeastern Taiwan. *Forest Ecology and Management* 176: 519-530.
- Pedro Anibal Barbagelata. 2006. Evaluation of potassium soil tests and methods for mapping soil fertility properties in Iowa corn and soybean fields. Iowa state University.
- Reynolds, W.D. 1993. Hydraulic conductivity: Laboratory Measurement. In M.R. Carter. Ed., *Soil Sampling and Methods of Analysis, Part 3*. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. pp. 589-598.

- Richards, L. A. and C. H. Wadleigh, 1952. Soil water and plant growth. Chapt. 3, Soil Physical Conditions and Plant Growth, Agronomy Monograph, No. 2, Academic Press, Inc., New York.
- Robertson, M.J., N.G. Inman-Bamber, R.C. Muchow and A.W. Wood. 1999. Physiology and Productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit. *Field Crops Research*. 64(3): 211-227 p.
- Sanchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soil in the Tropics. Wiley, New York.
- Sawyer, John E. ๒๕๒๗. Differentiating and understanding the Mehlich 3, Bray and Olsen soil phosphorus tests. Iowa state University. (เอกสารประกอบการบรรยาย <http://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/presentations/mbotest.pdf>)
- Sophie, G. and H. Marstorp. 2002. Carbohydrate composition of plant materials determines N mineralization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 62: 175-183.
- Topp, G.C. 1993. Soil Water Content. In M.R. Carter. Ed., *Soil Sampling and Methods of Analysis, Part 3*. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. pp. 541-557.
- Topp, G.C., Y.T. Galganov, B.C. Ball, and M.R. Carter. 1993. Soil Water Desorption Curves. In M.R. Carter. Ed., *Soil Sampling and Methods of Analysis, Part 3*. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. pp. 569-579.
- Van Genuchten, M. Th. 1980. A close-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. *Soil Soc. Amer. J.* 44: 892-898.
- Van Leirp, w. 1985. Comparison of laboratory methods for evaluating plant-available soil phosphorous. In *The Role of Soil Analysis in Resource Management*. Proc. 9th British Columbia Soil Workshop. B. C. Ministry of Environment, Vancouver.

## ภาคผนวก

ข้อมูลสรุปโครงการวิจัยย่อย  
ภายใต้แผนงานวิจัย

## โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010003 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว

|              |                         |                     |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นางสาวบุษยรัตน์ หมอกมัว | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นายกิติ วงษ์แสง         | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวลดาวัลย์ นักพ่อน  | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวศิริขวัญ ภูนา     | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวนงลักษณ์ มะรังศรี | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวปรารณา ปลอดดี     | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายณภดล ประยูรสุข       | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์ | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าว ในพื้นที่ภาคกลาง 2 จังหวัด (พระนครศรีอยุธยา และ สิงห์บุรี) พื้นที่ภาคตะวันออก 1 จังหวัด (ฉะเชิงเทรา) พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 จังหวัด (นครราชสีมา บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ) พื้นที่ภาคเหนือ 1 จังหวัด (เชียงใหม่)

จากการทดลองในปีงบประมาณ 2556 ถึงปีงบประมาณ 2557 ในพื้นที่จังหวัดสิงห์บุรี พระนครศรีอยุธยา ฉะเชิงเทรา นครราชสีมา และ จังหวัดศรีสะเกษที่มีการดำเนินงานวิจัยแบบแปลงทดลองในพื้นที่เกษตรกร โดยมีการแบ่งเป็นแปลงทดลองย่อยๆ โดยการทำคั่นกากันระหว่างสำหรับการทดลอง พบว่าการแตกกอ เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ของข้าว ทุกแปลงทดสอบกรรมวิธีการปลูกแบบนาหว่าน อัตราเมล็ดพันธุ์ 30 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีการปลูกแบบนาดำ ระยะห่างระหว่างกอ 20x20 เซนติเมตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าทุกสำหรับการทดลองผลของการแตกกอของข้าว เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวมีค่าไม่แตกต่างกัน

ผลการดำเนินงานปีงบประมาณ 2558 ในรูปแบบของแปลงทดสอบในพื้นที่จริงของเกษตรกร เจ้าของแปลงและโดยให้เกษตรกรเจ้าของแปลงมีส่วนร่วมในการคิดร่วมกันกับนักวิชาการ ในพื้นที่ที่ทำแปลงทดสอบร่วมกับเกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์และเชียงใหม่ สรุปได้ว่า ผลผลิตข้าวที่ปลูกบนดินกลุ่มชุดดิน 22 (ชุดดินสันทรายและชุดดินโนนแดง) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ผลผลิตข้าวจะตอบสนองต่อการใส่อัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร ร่วมกับการปลูกพืชปุ๋ยสดพอเทือง 5 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบพอเทืองระยะออกดอก (45-50 วัน หลังปลูก) มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด ผลผลิตข้าวที่ปลูกบนดินกลุ่มชุดดิน 5 (ชุดดินหางดง) ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว ดินมีเนื้อละเอียด ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินจะมีการตอบสนองน้อยต่อการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากขึ้น เนื่องจากดินเหนียวจะมีการดูดยึดธาตุอาหารไว้ใน หลึบของแร่ดินเหนียวชนิด 2:1 และ 2:2:1 ทำให้ดินไม่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้หมดในทันที แต่จะค่อยๆ ปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในภายหลัง (อัญชลี, 2553)

ส่งผลให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกในกลุ่มดินนี้มีแนวโน้มของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นไม่มากนัก แต่จากการทำแปลงทดสอบพบว่าผลผลิตข้าวตอบสนองต่อการใส่อัตราปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด รองลงมาคือการใส่ 0.5 เท่าของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ส่วนผลผลิตข้าวที่ปลูกบนดินกลุ่มชุดดิน 33 (ชุดดินขำนิ) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแข็ง เมื่อมีการดัดแปลงสภาพพื้นที่เพื่อให้สามารถกักเก็บน้ำและทำนาได้ ข้าวจะตอบสนองต่อการใส่อัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตรเช่นกัน และผลผลิตข้าวที่ปลูกบนดินกลุ่มชุดดิน 18 (ชุดดินพล) เป็นดินในกลุ่มดินชั้นที่มีความไม่ต่อเนื่องทางธรณี (lithologic discontinuity) เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย จะมีการตอบสนองอัตราปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โดยข้าวจะให้ผลผลิตสูงสุด

### Abstract

The research of soil analysis in rice using chemical fertilizers and organic fertilizers. According to the soil analysis for rice. In the central region, 2 provinces (Phra Nakhon Si Ayutthaya and Sing Buri), 1 Eastern region (Chachoengsao), 3 Northeastern regions (Nakhon Ratchasima, Buriram and Sisaket), 1 Northern region (Chiang Mai)

The experiment was conducted in the fiscal year 2013 to the fiscal year 2014 in Sing Buri, Phranakhon Si Ayutthaya, Chachoengsao, Nakhon Ratchasima and Sisaket provinces. It is divided into a small experiment. By the canal between the original experiment, it was found that the percentage of seeds. Seed weight at 14 percent moisture content of all rice cultivars tested. Seed rate of 30 kg / rai. The spacing of 20x20 cm. was not significantly different at the 95 percent confidence interval. Percentage of seed and weight at 14 percent moisture content of rice was not significantly different.

The results of the fiscal year 2015 are in the form of test plots in the actual area of the farmer's plot and by the owner of the plots to participate in the common thinking with the academic. In conclusion, the yield of rice cultivated on Soil Series 22 (Sansai Soil Series and Non Dang Soil Series) was found to be of sandy soils. Rice yields will respond to the highest recommended nitrogen fertilizer rates by the Department of Agriculture. In combination with the fresh manure, 5 kg. / rai. The flowering period (45-50 days after planting) tended to yield the highest yield. The yield of rice grown on Soil Series 5 (Hang Dong soil series), which has a clay loam texture to clay. Soil texture Moderate fertility. The soil will have less response to fertilizer application. Because clay is sucked in nutrients. 2: 1 and 2: 2: 1 clay mineralization. Soil cannot release nutrients to the plants immediately but will gradually release them for later use. (Anchalee, 2010) As a result, the yield of rice grown in this soil group is likely to increase. However, from the experimental plot, the rice yields were adjusted for the application of nitrogen fertilizer as recommended by the fertilizer. The most likely rice yield. Secondly, 0.5 times the rate of nitrogen fertilizer recommended by the fertilizer. The yield of rice cultivated on Soil Series 33 (Chamni soil series) was ground with

silt loam soil. The area was converted to allow water storage and farming. Rice will respond to the highest N fertilizer rates recommended by the Department of Agriculture as well. The soil series 18 (Phon soil series) is a soil that is lithologic discontinuity, loam, sandy loam to sandy clay loam. sub soil is sandy clay loam. Nitrogen fertilizer rates will be adjusted according to the recommendations of the fertilizer. The rice yields.

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ย โดยใช้คำแนะนำตามแบบจำลองการปลูกพืช เทียบกับโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. ข้อมูลเอกสาร เช่น เอกสารผลงานวิจัย เอกสารวิชาการ การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคกลาง ภาคเหนือและที่สูงตอนกลางของประเทศไทยจำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546 คู่มือการใช้แผนที่กลุ่มชุดดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ และมหัศจรรย์พันธุ์ดิน เป็นต้น

2. แผนที่ข้อมูลเชิงเลข ได้แก่ แผนที่กลุ่มชุดดินและแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน มาตรฐาน 1:25,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน และแผนที่ขอบเขตการปกครอง มาตรฐาน 1:50,000 ของกระทรวงมหาดไทย

3. เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Position System: GPS) และกล้องถ่ายภาพ

4. อุปกรณ์ตรวจสอบดิน ได้แก่ สว่านเจาะดิน พลั่ว ค้อนยาง สมุดเทียบสี ชุดตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่าง สมุดบันทึกหุลุมเจาะ และเอกสารคำอธิบายหน้าตัดดิน เป็นต้น และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ ถุงใส่ดิน เชือก ปากกาเมจิ เป็นต้น

5. เครื่องมือตรวจสอบดินอย่างง่าย (Soil Test Kit)

6. คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ อุปกรณ์สำนักงานต่างๆ และโปรแกรมต่างๆ เช่น โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โดยกรมพัฒนาที่ดิน และโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGis)

## วิธีการ

การศึกษาผลการใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการจัดการธาตุอาหารสำหรับข้าว ในพื้นที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การจัดทำแปลงทดสอบในแปลงเกษตรกร ในพื้นที่ 2 จังหวัด รวมทั้งสิ้น 12 แปลง โดยให้เกษตรกรเจ้าของแปลงมีส่วนร่วมในการคิดและตัดสินใจเกี่ยวกับอัตราปุ๋ยที่ใส่ในแปลงนา รวมถึงการตัดสินใจเลือกดำเนินการทดสอบที่เกษตรกรสนใจและสอดคล้องกับขนาดของแปลงนาของเกษตรกรด้วย ซึ่งนักวิชาการจะนำเสนอแนวคิดที่ทางกรมพัฒนาที่ดินสนับสนุนให้มีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยมีแนวทางดำเนินการโดยสังเขป ดังนี้

1. ประสานงานสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเป้าหมาย

2. นัดพบเกษตรกร แจ้งถึงลักษณะโครงการ และรับสมัครเกษตรกรร่วมทำแปลงทดสอบ

3. หาหรือเกษตรกรที่ร่วมทำแปลงทดสอบ เพื่อเลือกดำเนินการทดลองที่เกษตรกรสนใจและสอดคล้องกับขนาดแปลงของเกษตรกร

4. ตรวจวัดขนาดแปลงทดลอง และเก็บตัวอย่างดิน

5. วิเคราะห์ตัวอย่างดิน และคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยให้เกษตรกรโดยใช้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (แต่ละแปลงมีขนาดไม่เท่ากัน มีผลวิเคราะห์ดินไม่เหมือนกัน อัตราปุ๋ยจึงไม่เท่ากัน)

6. ชั่งปุ๋ยและส่งมอบให้เกษตรกรพร้อมวิธีการใช้ (การดำเนินการอื่นๆ ขึ้นกับการตัดสินใจของเกษตรกรแต่ละราย แต่ให้ดำเนินการในทำนองเดียวกันทุกแปลง เกษตรกรเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายอื่นๆ)

7. ติดตามดูแล

8. สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตในกรอบขนาด 1x1 เมตร 3 ซ้ำ

#### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ:

พื้นที่ของเกษตรกรอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินงานในรูปแบบของแปลงทดสอบ โดยใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยร่วมกับการใช้พืชปุ๋ยสด (ปอเทือง) โดยมีตำรับการทดสอบให้เกษตรกรเลือก ดังนี้

ตำรับที่ 1 0.5 เท่าของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ร่วมกับการปลูกพืชปุ๋ยสด

ตำรับที่ 2 อัตราปุ๋ยไนโตรเจนตามจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ร่วมกับการปลูกพืชปุ๋ยสด

ตำรับที่ 3 0.5 เท่าของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการ ร่วมกับการปลูกพืชปุ๋ยสด

ตำรับที่ 4 อัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร ร่วมกับการปลูกพืชปุ๋ยสด

ตำรับที่ 5 อัตราปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะแตกต่างกันไปตามผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลงของเกษตรกร

| สถานที่ดำเนินการ        | พิกัด  |         | ชุดดิน        | เกษตรกร    |
|-------------------------|--------|---------|---------------|------------|
|                         | E      | N       |               |            |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 489761 | 2059241 | สันทราย (Sai) | นายจำลอง   |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 487191 | 2062598 | หางดง (Hd)    | นางชูศรี   |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 482036 | 2062998 | หางดง (Hd)    | นายบุญส่ง  |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 484720 | 2058568 | หางดง (Hd)    | นายจำเนียร |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 483656 | 2057263 | หางดง (Hd)    | นายวิรัช   |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 484639 | 2052780 | หางดง (Hd)    | นายสมพล    |
| อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ | 484266 | 2049866 | สันทราย (Sai) | นายวิรัตน์ |

พื้นที่ของเกษตรกรอำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ดำเนินงานในรูปแบบของแปลงทดสอบ โดยใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว เนื่องจากในพื้นที่ไม่สามารถปลูกปอเทืองก่อนการทำนาได้ โดยมีตำรับการทดสอบให้เกษตรกรเลือก ดังนี้

ตำรับที่ 1 อัตราปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

ตำรับที่ 2 อัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร

ตำรับที่ 3 อัตราปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะแตกต่างกันไปตามผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลงของเกษตรกร

| สถานที่ดำเนินการ     | พิกัด  |         | ชุดดิน       | เกษตรกร       |
|----------------------|--------|---------|--------------|---------------|
|                      | E      | N       |              |               |
| อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ | 321571 | 1663636 | พล (Pho)     | นางหนู        |
| อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ | 322843 | 1663515 | พล (Pho)     | นายเทิดศักดิ์ |
| อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ | 315437 | 1647120 | โนนแดง (Ndg) | นายสำราญ      |
| อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ | 309468 | 1641088 | โนนแดง (Ndg) | นางมณี        |
| อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ | 314771 | 1651624 | ขำนิ (Cni)   | นายขาว        |

### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว ดำเนินการในลักษณะของแปลงทดสอบ ผลวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความซับซ้อน จึงได้นำเสนอข้อมูลตารางผลการทำแปลงทดสอบ การวิเคราะห์สถิติ และวิจารณ์ไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” ทั้งหมดแล้ว จึงไม่มีข้อมูลหรือการวิเคราะห์ทางสถิติใดที่นำเสนอในภาคผนวกนี้

## โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010004 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด

|              |                            |                     |
|--------------|----------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นางสาวสุวิมล พุทธจรรยาวงศ์ | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นายปิยะพล ระเบียบ          | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวอรรพรรณ จินะใจหาญ    | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายนิยม สุรักษ์            | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายทองพูน เฉิดสมบูรณ์      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางพัชรินทร์ ตีมุกข์ตา     | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายทองศักดิ์ ประระไทย      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวมยุรี ปละอุต         | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายศราวุฒิ ศิริลักษณ์      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายคเชนทร์ สุ่มน           | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอัยยะ พินจงสกุลดิษฐ์    | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพด โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่าง ๆ ดำเนินงาน 3 ปีการทดลอง (ปี พ.ศ. 2556 – 2558) จำนวนทั้งสิ้น 9 สถานีที่ดำเนินการกระจายไปตามเนื้อดินต่าง ๆ โดยใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานเป็นพืชทดลอง มีการวางแผนการทดลอง จำนวน 2 แบบ คือ การวางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ มี Main plot 2 ระดับ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ในปีแรก และอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในปีที่ 2 และ 3 Sub plot 4 ระดับ ได้แก่ 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 ของระดับไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ส่วนการวางแผนการทดลองอีกแบบคือ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ มี 6 วิธีการ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 ของไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง และการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ในปีแรก และอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในปีที่ 2 และ 3

การทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ที่มีเนื้อดินเหนียวและมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับสูง พบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การลดปุ๋ยไนโตรเจนจากคำแนะนำ และการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจากคำแนะนำ ไม่ทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลผลิตเมล็ดแตกต่างจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำ การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ในปีที่ 1 และ 1 ตันต่อไร่ในปีที่ 2 และ 3 ก็ไม่ทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเมล็ดแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ยกเว้นในปีที่ 3 ของแปลงบ้านสันสลี ที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.75 ของคำแนะนำ มีผลผลิตสูงสุด โดยสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 37 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในพื้นที่ที่มีเนื้อดินร่วนปนทรายและมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลาง – ระดับค่อนข้างสูง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเมล็ดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย

ไนโตรเจน และการลดปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.5 ของคำแนะนำ ทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเมล็ดลดลงจากการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ 0 – 23 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1.25 ของคำแนะนำ ทำให้ผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มลดลง 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตเมล็ดต่ำกว่าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจนถึงมีผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 28 เปอร์เซ็นต์

การทดลองข้าวโพดหวาน ในพื้นที่ที่มีเนื้อดินร่วนปนทรายและมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ระดับค่อนข้างสูง ไม่พบการตอบสนองของข้าวโพดหวานต่อการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ และการลดหรือเพิ่มระดับไนโตรเจนจากคำแนะนำ ส่วนในพื้นที่ที่มีเนื้อดินร่วนปนทรายแข็ง มีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลาง ในปีที่ 1 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำข้าวโพดหวานมีผลผลิตฝักสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.5 0.75 และ 1.0 ของคำแนะนำ (3.71 5.57 และ 7.42 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) โดยทำให้ข้าวโพดหวานมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 42, 53 และ 54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1.25 ของคำแนะนำ (9.28 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) ทำให้ผลผลิตฝักมีแนวโน้มลดลง โดยมีผลผลิต 34 เปอร์เซ็นต์ จากไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ทำให้ข้าวโพดหวานมีผลผลิตฝักสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปีที่ 2 และ 3 มีคำแนะนำไนโตรเจนจากโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงที่ใช้ค่าจากแบบจำลอง เท่ากับ 4.91 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ กลับไม่พบการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่ทำให้ผลผลิตฝักเพิ่มขึ้นแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่ ก็ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ

### Abstract

The research of soil analysis in on chemical fertilizer and organic fertilizer based on soil analysis for corn. The objective to compare deal fertilizer for corn. As the recommended values based on crop growth models compared to the program guide soil and fertilizer management of converter. The trial operation period, from 2013 to 2015 year. total 9 locations. Spread the soil by using corn and sweet corn as the experimental plant. There were 2 experimental designs. The experimental design is Split plot in Randomized Complete Block with 3 replications. The use of chemical fertilizer and compost at the rate of 2 tons per rai in the first year and the rate of 1 ton per rai in the second and third year. Sub plot 4 levels: 0.5, 0.75 1.0 and 1.25 of the recommended nitrogen levels from the soil management program. Fertilizer conversion. The experimental plot was randomized complete block with 3 replications. There were 6 methods including no nitrogen fertilization. Nitrogen fertilizer rates of 0.5, 0.75, 1.0 and 1.25 percent of nitrogen recommended by soil and fertilizer management programs. Composting at 2 tons per rai in the first year and 1 ton per rai in the 2nd and 3rd year.

Maize experiment in areas with high clay content and soil organic matter, it was found that no nitrogen fertilization Nitrogen fertilizer reduction from the recommendations. And nitrogen fertilization. Corn grain yield was not significantly different from that of nitrogen fertilizers. Composting at 2 tons per rai in year 1 and 1 ton per rai in year 2 and 3 did not affect maize seed production, unlike nitrogen fertilization and nitrogen fertilization rates. 3rd Floor of Sansiri House. Nitrogen fertilization rate of 0.75 was highest. Nitrogen content was

37% higher than that of Nitrogen fertilizer and 30% was recommended. - a relatively high-level Nitrogen fertilization resulted in higher yield of maize than no nitrogen fertilization. As a result, corn yield decreased from 0 - 23 percent. The nitrogen fertilizer rate of 1.25 percent resulted in a decrease in maize yield from 5 to 8 percent. Utilization rate of 1 ton / rai gave lower seed yield, no nitrogen fertilization until corn yield was higher than that of non-nitrogen fertilizers.

Sweet corn experiment in areas where sandy loam and high organic matter are present in the soil, There was no response of sweet corn to compost at 2 tons / rai and reduction or increase of nitrogen level. In areas with sandy loam. The organic matter in the soil was moderate. In year 1, nitrogen fertilization of sweet corn was higher than that of non-nitrogen fertilizer. Nitrogen fertilization rates of 0.5, 0.75 and 1.0 were recommended (3.71, 5.57 and 7.42 kg. N / rai). Nitrogen fertilization rate of 1.25 percent (9.28 kg. N / rai) gave the yields of the pods decrease with yield of 34 percent without fertilizer application. Composting at 2 tons per rai resulted in higher pod yields than no chemical fertilizers at 57 percent. In the second and third years, nitrogen was recommended from the soil and fertilizer management programs. 4.91 kg. Nitrogen per rai No response to nitrogen fertilization. Nitrogen fertilization was not significantly different from non-nitrogen fertilizer application. Composting at 1 ton / rai did not produce any difference in nitrogen and nitrogen fertilizer rates.

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพด โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. ปุ๋ยหมัก
2. ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 0-46-0, 0-0-60
3. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
4. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน
5. ตราซัง
6. กระสอบเก็บตัวอย่าง
7. ถังเก็บตัวอย่างดิน
8. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

## วิธีการ

การศึกษามูลการใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการจัดการธาตุอาหารสำหรับข้าวโพด ในส่วนที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การจัดทำแปลงทดลองของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและคณะ ซึ่งแผนงานวิจัยได้กำหนดกรอบให้ทำแปลงทดลองให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงแร่ที่แตกต่างกัน การเลือกพื้นที่และพันธุ์ข้าวโพดให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย แต่เน้นให้พยายามให้เป็นพันธุ์เดียวกันให้มากที่สุด แผนการทดลองและการทดลองซ้ำในแต่ละแปลง อยู่ภายใต้กรอบของแผนงานวิจัย แต่สามารถปรับได้ตามดุลพินิจของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ขั้นตอนโดยรวมมี ดังนี้

1. สำรวจ คัดเลือกพื้นที่ทำแปลงทดลอง ซึ่งจัดทำแปลงทดลองรวม 9 แปลง
2. เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง ส่งวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารในดิน และ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เพื่อนำมาทำนายค่าแนะนำการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง
3. เตรียมแปลงทดลองขนาด กว้าง 4.5 เมตร (6 แถว) ยาว 5 เมตร (20 ต้น) จำนวนแปลง ตามแผนการทดลองในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ระยะปลูก 75 เซนติเมตร x 25 เซนติเมตร
4. ใส่ปุ๋ยหมักตอนเตรียมแปลง อัตรา 2 ตันต่อไร่
5. หยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด หลังหยอดเมล็ด 14 วันให้ถอนแยกเหลือหลุมละ 1 ต้น
6. ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราของแต่ละวิธีการ ที่ระยะ 25-30 วันหลังปลูก โดยใส่เป็นแถวข้างต้นแล้วพรวนดินกลบ
7. เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะ 120 วันหลังปลูก ข้าวโพดหวานที่ระยะ 90 วันหลังปลูก โดยใช้พื้นที่ภายใน ขนาด 9 ตารางเมตร
8. การเก็บข้อมูลดิน เก็บตัวอย่างดินแบบตัวอย่างดินรวม ก่อนการทดลองส่งไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่ และตัวอย่างดินหลังการทดลองส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดินในห้องปฏิบัติการ ดังนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium)
9. เก็บข้อมูลพืช ได้แก่ ผลผลิตข้าวโพด น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมด และน้ำหนักแห้งผลผลิตข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว นำมาหาดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ซึ่งหมายถึง สัดส่วนระหว่างผลผลิตทางเศรษฐศาสตร์ต่อผลผลิตทางชีวภาพ ซึ่งเป็นค่าคณิตศาสตร์ที่สามารถคำนวณได้ตามสมการ  

$$HI = \text{ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด)} / \text{น้ำหนักแห้งทั้งหมด}$$
 HI เป็นดัชนีชี้บ่งถึงประสิทธิภาพการลำเลียงและถ่ายเทสารสังเคราะห์จากต้นและใบไปยังส่วนที่เจริญไปเป็นผลผลิตหรือส่วนที่ถูกเก็บเกี่ยว
10. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของแปลงทดลองสมบูรณ์แบบ เปรียบเทียบผลโดยใช้ F-Test

### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

การวางแผนการทดลองของแต่ละแปลงจะแตกต่างกันไปตามพื้นที่จัดตั้งแปลงทดลอง ในทุกวิธีการจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง โดยมีการวางแผนการทดลอง ดังนี้

พื้นที่ในการศึกษาวิจัยเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดของเกษตรกร โดยเน้นการทดลองลดหรือเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจากคำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ในส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีนั้น ใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ซึ่งนำมาคำนวณปริมาณไนโตรเจนจากปุ๋ยหมัก โดยใช้ข้อมูล ปุ๋ยหมักมีไนโตรเจน 1 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนที่สามารถเป็นประโยชน์ได้ร้อยละ 60 (ตามข้อกำหนดของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง)

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ปริมาณไนโตรเจนจากปุ๋ยหมัก} &= 0.01 \times (100-35)/100 \times 2000 \times 0.6 \text{ กิโลกรัมต่อไร่} \\ &= 7.8 \text{ กิโลกรัม N ต่อไร่} \end{aligned}$$

ทั้งนี้ ดำรับการทดลองสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ดังนั้น ดำรับการทดลองจึงมีการปรับเป็น 2 รูปแบบ ตามลักษณะของดิน คือ หากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ จะใช้การวางแผนการวิจัยแบบ Split plot ใน Randomized complete block แต่หากดินนั้นมีปริมาณ

อินทรีย์วัตถุสูง การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้ไม่สามารถสร้างความแตกต่างได้ จึงวางแผนการทดลองเป็นแบบ Randomized complete block แปลงทดลองขนาดกว้าง 4.5 เมตร (6 แถว) ยาว 5 เมตร (20 ต้น) ดังนี้

การวางแผนการทดลองแบบ Split plot ใน Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ แปลงที่ ต.แม่ข้าวต้ม อ.เมือง จ.เชียงราย (ปีที่ 1 : ข้าวโพดหวาน ปีที่ 2 : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (พื้นที่ข้างเคียง))

Main Plot คือ รูปแบบการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 2 แบบ ดังนี้ ปุ๋ยเคมี (ไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์) และ ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (โดยคำนวณปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี) ซึ่งใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่

Sub Plot คือ ระดับไนโตรเจนที่คำนวณได้จากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและ ปุ๋ยรายแปลง (N) จำนวน 4 ระดับ ดังนี้ N0.5 N0.75 N1.0 และ N1.25

| สถานที่ดำเนินการ                | พิกัด  |         | ชุดดิน      | พันธุ์ทดลอง  |             |
|---------------------------------|--------|---------|-------------|--------------|-------------|
|                                 | E      | N       |             | ปีที่ 1      | ปีที่ 2     |
| ต.แม่ข้าวต้ม อ.เมือง จ.เชียงราย | 599510 | 2214885 | สรรพยา (Sa) | ซูปเปอร์สวีต | แปซิฟิก 339 |

การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 6 วิธีการ 3 ซ้ำ ได้แก่ แปลงที่ ต.แม่นะ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) แปลงที่ ต.สันสลี อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) แปลงที่ ต.แม่กุ อ.แม่สวด จ.ตาก (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) แปลงที่ ต.จอมจันทร์ อ.เวียงสา จ.น่าน (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) แปลงที่ ต.น้ำแก่น อ.ภูเพียง จ.น่าน (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) แปลงที่ ต.บึงสามัคคี อ.บึงสามัคคี จ.กำแพงเพชร (ข้าวโพดหวาน) แปลงที่ ต.หาดคำ อ.เมือง จ.หนองคาย (ข้าวโพดหวาน) แปลงที่ ต.วัดธาตุ อ.เมือง จ.หนองคาย (ข้าวโพดหวาน)

ตำรับที่ 1 0 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N0)

ตำรับที่ 2 0.5 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N0.5)

ตำรับที่ 3 0.75 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N0.75)

ตำรับที่ 4 1.0 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N1.0)

ตำรับที่ 5 1.25 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N1.25)

ตำรับที่ 6 ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะแตกต่างกันไปตามผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลง

| สถานที่ดำเนินการ                   | พิกัด  |         | ชุดดิน         | พันธุ์ทดลอง  |              |
|------------------------------------|--------|---------|----------------|--------------|--------------|
|                                    | E      | N       |                | ปีที่ 1      | ปีที่ 2      |
| ต.แม่นะ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่     | 497010 | 2136747 | ห้างฉัตร (Hc)  | พริ้ว 12     | หมาทอง 209   |
| ต.สันสลี อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย | 552249 | 2144435 | บ้านจ้อง (Bg)  | แปซิฟิก 339  | แปซิฟิก 339  |
| ต.แม่กุ อ.แม่สวด จ.ตาก             | 465870 | 1837030 | วังไผ่ (Wi)    | NK 33        | NK 33        |
| ต.จอมจันทร์ อ.เวียงสา จ.น่าน       | 696909 | 2061504 | มวกเหล็ก (Ml)  | -            | แปซิฟิก 339  |
| ต.น้ำแก่น อ.ภูเพียง จ.น่าน         | 695357 | 2066269 | มวกเหล็ก (Ml)  | -            | แปซิฟิก 339  |
| ต.บึงสามัคคี จ.กำแพงเพชร           | 605918 | 1799420 | กำแพงเพชร (Kp) | ซูปเปอร์สวีต | ซูปเปอร์สวีต |
| ต.หาดคำ อ.เมือง จ.หนองคาย          | 263778 | 1968285 | โพธิ์ชัย (Pp)  | -            | ซูปเปอร์สวีต |
| ต.วัดธาตุ อ.เมือง จ.หนองคาย        | 268643 | 1974914 | โพธิ์ชัย (Pp)  | -            | ซูปเปอร์สวีต |

### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละแปลงทดลองในแต่ละปี รวมถึงผลวิเคราะห์ดินในแปลงทดลองปลูกข้าวโพด หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 2 ที่สำคัญ มีดังนี้

**ตารางผนวกที่ 1** ผลวิเคราะห์ดินโครงการ “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด”

| ตำแหน่งที่ตั้งแปลง                    | อินทรีย์วัตถุ (%) | ฟอสฟอรัส (มก./กก.) | โพแทสเซียม (มก./กก.) | ความเป็นกรดเป็นด่าง |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| ต.แม่่นะ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่       | 2.96              | 8                  | 52                   | 4.4                 |
| ต.สันสลี อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย    | 2.90              | 11.38              | 292                  | 5.9                 |
| ต.แม่กุ อ.แม่สอด จ.ตาก                | 3.36              | 8                  | 52                   | 6.8                 |
| ต.แม่ข้าวต้ม อ.เมือง จ.เชียงราย       | 0.6               | 10                 | 27                   | 5.6                 |
| ต.บึงสามัคคี อ.บึงสามัคคี จ.กำแพงเพชร | 1.65              | 61                 | 193                  | 5.8                 |
| ต.จอมจันทร อ.เวียงสา จ.น่าน           | 1.92              | 18                 | 119                  | 4.9                 |
| ต.น้ำแก่น อ.ภูเพียง จ.น่าน            | 3.38              | 8                  | 121                  | 5.2                 |
| ต.หาดคำ อ.เมือง จ.หนองคาย             | 1.21              | 9                  | 28                   | 5.1                 |
| ต.วัดธาตุ อ.เมือง จ.หนองคาย           | 1.57              | 8                  | 61                   | 4.9                 |

**ตารางผนวกที่ 2** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านแม่่นะ ตำบลแม่่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 1

|                                        |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดิน<br>ทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้ง<br>เมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|----------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 2,661                                                      | 1,334                                    | 0.50                                 |
| วิธีการที่ 2 N 2.50                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 3,378                                                      | 1,557                                    | 0.46                                 |
| วิธีการที่ 3 N 3.75                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 2,978                                                      | 1,507                                    | 0.51                                 |
| วิธีการที่ 4 N 5.00                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 3,395                                                      | 1,632                                    | 0.48                                 |
| วิธีการที่ 5 N 6.25                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 3,197                                                      | 1,705                                    | 0.53                                 |
| วิธีการที่ 6 ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 3,575                                                      | 1,785                                    | 0.50                                 |
| F-test                                 |                          | ns                                                         | ns                                       |                                      |
| cv (%)                                 |                          | 12.87                                                      | 10.32                                    |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 3** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของบ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในการทดลองปีที่ 1

|                                        |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 3,342                                                  | 1,730                                | 0.52                                 |
| วิธีการที่ 2 N 2.50                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 3,401                                                  | 1,701                                | 0.50                                 |
| วิธีการที่ 3 N 3.75                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 3,821                                                  | 1,724                                | 0.45                                 |
| วิธีการที่ 4 N 5.00                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 3,489                                                  | 1,514                                | 0.43                                 |
| วิธีการที่ 5 N 6.25                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 3,343                                                  | 1,695                                | 0.51                                 |
| วิธีการที่ 6 ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 3,630                                                  | 1,778                                | 0.49                                 |
| F-test                                 |                          | ns                                                     | ns                                   |                                      |
| cv (%)                                 |                          | 7.99                                                   | 10.52                                |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด  
ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 4** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว ตำบลแม่กุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในการทดลองปีที่ 1

|                                        |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 3,648                                                  | 1,501                                | 0.41                                 |
| วิธีการที่ 2 N 2.50                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 3,567                                                  | 1,540                                | 0.43                                 |
| วิธีการที่ 3 N 3.75                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 3,639                                                  | 1,521                                | 0.42                                 |
| วิธีการที่ 4 N 5.00                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 4,199                                                  | 1,714                                | 0.41                                 |
| วิธีการที่ 5 N 6.25                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 4,020                                                  | 1,702                                | 0.42                                 |
| วิธีการที่ 6 ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 3,592                                                  | 1,509                                | 0.42                                 |
| F-test                                 |                          | ns                                                     | ns                                   |                                      |
| cv (%)                                 |                          | 10.09                                                  | 6.76                                 |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด  
ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 5** น้ำหนักสดผลผลิตข้าวโพดหวาน (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลงทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ในการทดลองปีที่ 1

| Main plot                                             |       | Sub plot       |                 |                |                 | ค่าเฉลี่ยของ<br>ผลผลิตข้าวโพดหวาน<br>ในแต่ละระดับ<br>การใช้ปุ๋ยหมัก |
|-------------------------------------------------------|-------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                       |       | N0.5<br>(10.2) | N0.75<br>(15.3) | N1.0<br>(20.4) | N1.25<br>(25.5) |                                                                     |
| (ปริมาณไนโตรเจน; กิโลกรัมต่อไร่)                      |       |                |                 |                |                 |                                                                     |
| M0 (ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก)                                   |       | 2,039          | 1,991           | 1,902          | 1,956           | 1,972                                                               |
| M1 (ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่)                        |       | 1,801          | 1,813           | 2,009          | 2,104           | 1,932                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวโพดหวาน<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 1,920          | 1,902           | 1,956          | 2,030           |                                                                     |
| F-test                                                | M     | ns             |                 | cv (%)         | M               | 3.36                                                                |
|                                                       | N     | ns             |                 |                | M x N           | 6.20                                                                |
|                                                       | M x N | *              |                 |                |                 |                                                                     |

หมายเหตุ: \* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05  
ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 6** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ในการทดลองปีที่ 1

|              |                                 | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 1,246 b                                                | 576 b                                | 0.46                                 |
| วิธีการที่ 2 | N 3.71 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 1,671 a                                                | 816 a                                | 0.49                                 |
| วิธีการที่ 3 | N 5.57 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 1,734 a                                                | 888 a                                | 0.51                                 |
| วิธีการที่ 4 | N 7.42 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 1,730 a                                                | 884 a                                | 0.51                                 |
| วิธีการที่ 5 | N 9.28 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 1,567 a                                                | 700 ab                               | 0.49                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ (M1)       | 1,778 a                                                | 906 a                                | 0.51                                 |
| F-test       |                                 | *                                                      | *                                    |                                      |
| cv (%)       |                                 | 9.16                                                   | 14.03                                |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

\* หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT  
ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 7** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านแม่ณะ ตำบลแม่ณะ อำเภอยางตลาด จังหวัด เชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 2

|                                        |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 1,783 c                                                | 787 c                                | 0.44                                 |
| วิธีการที่ 2 N 2.66                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 2,550 a                                                | 948 bc                               | 0.37                                 |
| วิธีการที่ 3 N 3.98                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 2,327 ab                                               | 980 abc                              | 0.42                                 |
| วิธีการที่ 4 N 5.31                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 2,665 a                                                | 1,191 a                              | 0.45                                 |
| วิธีการที่ 5 N 6.64                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 2,521 a                                                | 1,127 ab                             | 0.45                                 |
| วิธีการที่ 6 ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 2,038 bc                                               | 930 bc                               | 0.46                                 |
| F-test                                 |                          | *                                                      | *                                    |                                      |
| cv (%)                                 |                          | 8.86                                                   | 11.25                                |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 8** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านแม่ณะ ตำบลแม่ณะ อำเภอยางตลาด จังหวัด เชียงใหม่ ในการทดลองปีที่ 3

|                                        |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 2,128                                                  | 1,116                                | 0.52                                 |
| วิธีการที่ 2 N 2.66                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 2,817                                                  | 1,471                                | 0.52                                 |
| วิธีการที่ 3 N 3.98                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 2,631                                                  | 1,282                                | 0.49                                 |
| วิธีการที่ 4 N 5.31                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 2,801                                                  | 1,507                                | 0.54                                 |
| วิธีการที่ 5 N 6.64                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 2,556                                                  | 1,320                                | 0.52                                 |
| วิธีการที่ 6 ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 2,949                                                  | 1,455                                | 0.49                                 |
| F-test                                 |                          | ns                                                     | ns                                   |                                      |
| cv (%)                                 |                          | 10.69                                                  | 11.51                                |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 9** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในการทดลองปีที่ 2

|              |                           |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 5,244                                                  | 2,541                                | 0.48                                 |
| วิธีการที่ 2 | N 3.20                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 5,561                                                  | 2,623                                | 0.47                                 |
| วิธีการที่ 3 | N 4.80                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 4,856                                                  | 2,235                                | 0.46                                 |
| วิธีการที่ 4 | N 6.40                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 5,475                                                  | 2,308                                | 0.42                                 |
| วิธีการที่ 5 | N 8.00                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 4,860                                                  | 2,337                                | 0.48                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 5,122                                                  | 2,397                                | 0.47                                 |
| F-test       |                           |                          | ns                                                     | ns                                   |                                      |
| cv (%)       |                           |                          | 7.48                                                   | 7.15                                 |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด  
ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 10** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านสันสลี ตำบลสันสลี อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ในการทดลองปีที่ 3

|              |                           |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 2,157                                                  | 1,369 bc                             | 0.63                                 |
| วิธีการที่ 2 | N 3.20                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 2,393                                                  | 1,674 ab                             | 0.70                                 |
| วิธีการที่ 3 | N 4.80                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 2,712                                                  | 1,873 a                              | 0.69                                 |
| วิธีการที่ 4 | N 6.40                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 2,207                                                  | 1,439 bc                             | 0.65                                 |
| วิธีการที่ 5 | N 8.00                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 2,242                                                  | 1,190 c                              | 0.53                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 2,375                                                  | 1,578 abc                            | 0.66                                 |
| F-test       |                           |                          | ns                                                     | *                                    |                                      |
| cv (%)       |                           |                          | 18.53                                                  | 13.36                                |                                      |

**ตารางผนวกที่ 11** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว ตำบลแม่กุ อำเภอมะนัง จังหวัดตาก ในการทดลองปีที่ 2

|              |                                                                                                | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                                                                                            | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)                                  | 4,041                                | 2,376                                | 0.59 |
| วิธีการที่ 2 | N 1.60                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)                                | 3,669                                | 2,085                                | 0.57 |
| วิธีการที่ 3 | N 2.40                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75)                               | 3,583                                | 2,048                                | 0.57 |
| วิธีการที่ 4 | N 3.20                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)                                | 3,525                                | 2,092                                | 0.59 |
| วิธีการที่ 5 | N 4.00                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25)                               | 3,721                                | 2,143                                | 0.58 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1)                                                                      | 4,097                                                  | 2,263                                | 0.55                                 |      |
|              | F-test                                                                                         | ns                                                     | ns                                   |                                      |      |
|              | cv (%)                                                                                         | 7.26                                                   | 9.19                                 |                                      |      |
| หมายเหตุ:    | <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด<br>ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |                                                        |                                      |                                      |      |

**ตารางผนวกที่ 12** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านหนองเขียว ตำบลแม่กุ อำเภอมะนัง จังหวัดตาก ในการทดลองปีที่ 3

|              |                                                                                                | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                                                                                            | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)                                  | 1,768                                | 918                                  | 0.52 |
| วิธีการที่ 2 | N 1.60                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)                                | 2,166                                | 1,103                                | 0.51 |
| วิธีการที่ 3 | N 2.40                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75)                               | 2,179                                | 1,032                                | 0.47 |
| วิธีการที่ 4 | N 3.20                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)                                | 1,999                                | 983                                  | 0.49 |
| วิธีการที่ 5 | N 4.00                                                                                         | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25)                               | 2,194                                | 1,076                                | 0.49 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1)                                                                      | 2,139                                                  | 1,052                                | 0.49                                 |      |
|              | F-test                                                                                         | ns                                                     | ns                                   |                                      |      |
|              | cv (%)                                                                                         | 16.33                                                  | 9.59                                 |                                      |      |
| หมายเหตุ:    | <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด<br>ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |                                                        |                                      |                                      |      |

**ตารางผนวกที่ 13** น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลง  
ทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ในการทดลอง  
ปีที่ 2

| Main plot                                                   |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)) |                 |                |                 | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด<br>ในแต่ละระดับการใช้<br>ปุ๋ยหมัก |
|-------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                             |       | N0.5<br>(3.22)                            | N0.75<br>(4.83) | N1.0<br>(6.44) | N1.25<br>(8.05) |                                                                       |
| M0 (ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก)                                         |       | 851                                       | 862             | 858            | 856             | 857                                                                   |
| M1 (ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่)                              |       | 849                                       | 736             | 935            | 735             | 814                                                                   |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 850                                       | 799             | 896            | 796             |                                                                       |
| F-test                                                      | M     | ns                                        |                 | cv (%)         | M               | 3.59                                                                  |
|                                                             | N     | ns                                        |                 |                | M x N           | 18.85                                                                 |
|                                                             | M x N | ns                                        |                 |                |                 |                                                                       |
| หมายเหตุ:                                                   |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05     |                 |                |                 |                                                                       |

**ตารางผนวกที่ 14** น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กิโลกรัมต่อไร่) ของแปลง  
ทดลองบ้านใหม่บัวแดง ตำบลแม่ข้าวต้ม อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ในการทดลอง  
ปีที่ 3

| Main plot                                                   |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่))                                        |                 |                |                 | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด<br>ในแต่ละระดับการใช้<br>ปุ๋ยหมัก |
|-------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                             |       | N0.5<br>(3.22)                                                                   | N0.75<br>(4.83) | N1.0<br>(6.44) | N1.25<br>(8.05) |                                                                       |
| M0 (ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก)                                         |       | 1,539                                                                            | 1,521           | 1,516          | 1,279           | 1,464 b                                                               |
| M1 (ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่)                              |       | 1,598                                                                            | 1,582           | 1,460          | 1,544           | 1,546 a                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 1,568                                                                            | 1,552           | 1,488          | 1,411           | 1,505                                                                 |
| F-test                                                      | M     | *                                                                                |                 | cv (%)         | M               | 1.92                                                                  |
|                                                             | N     | ns                                                                               |                 |                | M x N           | 20.28                                                                 |
|                                                             | M x N | ns                                                                               |                 |                |                 |                                                                       |
| หมายเหตุ:                                                   |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05                                            |                 |                |                 |                                                                       |
|                                                             |       | * หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT               |                 |                |                 |                                                                       |
|                                                             |       | ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 |                 |                |                 |                                                                       |

**ตารางผนวกที่ 15** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านปางสา ตำบลจอมจันทร์ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่านในการทดลองปีที่ 2

|              |            | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |      |
|--------------|------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|
| วิธีการที่ 1 | N 0        | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)                                  | 3,067                                | 1,595 bc                             | 0.52 |
| วิธีการที่ 2 | N 2.43     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)                                | 3,486                                | 1,872 ab                             | 0.54 |
| วิธีการที่ 3 | N 3.66     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75)                               | 3,709                                | 2,086 a                              | 0.56 |
| วิธีการที่ 4 | N 4.86     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)                                | 3,515                                | 1,874 ab                             | 0.53 |
| วิธีการที่ 5 | N 6.08     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25)                               | 3,194                                | 1,707 bc                             | 0.53 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 | ตันต่อไร่ (M1)                                         | 2,663                                | 1,410 c                              | 0.53 |
| F-test       |            | ns                                                     | *                                    |                                      |      |
| cv (%)       |            | 14.28                                                  | 11.99                                |                                      |      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

\* หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 16** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของแปลงทดลองบ้านนาเหลืองม่วงขวา ตำบลน้ำแก่น อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน ในการทดลองปีที่ 3

|              |            |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้งเมล็ด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0        | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 1,484 d                                                | 736 d                                | 0.50                                 |
| วิธีการที่ 2 | N 2.40     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 1,721 cd                                               | 858 cd                               | 0.50                                 |
| วิธีการที่ 3 | N 3.60     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 2,116 b                                                | 1,063 b                              | 0.50                                 |
| วิธีการที่ 4 | N 4.80     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 2,183 b                                                | 1,124 b                              | 0.51                                 |
| วิธีการที่ 5 | N 6.00     | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 2,603 a                                                | 1,352 a                              | 0.52                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 | ตันต่อไร่ (M1)           | 1,885 bc                                               | 941 bc                               | 0.50                                 |
| F-test       |            |                          | *                                                      | *                                    |                                      |
| cv (%)       |            |                          | 9.45                                                   | 10.17                                |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งเมล็ด/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

\* หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 17** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ในการทดลองปีที่ 2

|              |                           | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้ง<br>ผลผลิตฝัก<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |      |
|--------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)                                  | 1,460                                        | 742                                  | 0.51 |
| วิธีการที่ 2 | N 2.46                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)                                | 1,650                                        | 839                                  | 0.51 |
| วิธีการที่ 3 | N 3.68                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75)                               | 1,732                                        | 877                                  | 0.51 |
| วิธีการที่ 4 | N 4.91                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)                                | 1,543                                        | 808                                  | 0.52 |
| วิธีการที่ 5 | N 6.14                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25)                               | 1,715                                        | 862                                  | 0.50 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) | 1,542                                                  | 812                                          | 0.53                                 |      |
| F-test       |                           | ns                                                     | ns                                           |                                      |      |
| cv (%)       |                           | 15.46                                                  | 14.52                                        |                                      |      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งผลผลิต/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 18** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองบ้านโค้งเจริญ ตำบลบึงสามัคคี อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ในการทดลองปีที่ 3

|              |                           |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้ง<br>ผลผลิตฝัก<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)    | 1,056                                                  | 732                                          | 0.69                                 |
| วิธีการที่ 2 | N 2.46                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 1,075                                                  | 758                                          | 0.71                                 |
| วิธีการที่ 3 | N 3.68                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 1,008                                                  | 710                                          | 0.70                                 |
| วิธีการที่ 4 | N 4.91                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 1,088                                                  | 780                                          | 0.72                                 |
| วิธีการที่ 5 | N 6.14                    | กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 1,060                                                  | 744                                          | 0.70                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) |                          | 1,094                                                  | 793                                          | 0.72                                 |
| F-test       |                           |                          | ns                                                     | ns                                           |                                      |
| cv (%)       |                           |                          | 10.75                                                  | 13.59                                        |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งผลผลิต/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 19** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองตำบลหาดคำ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ในการทดลองปีที่ 2

|              |                           |                          |  | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | น้ำหนักแห้ง<br>ผลผลิตฝัก<br>(กิโลกรัมต่อไร่) | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|---------------------------|--------------------------|--|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0                       | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0)    |  | 1,357                                                  | 514                                          | 0.38                                 |
| วิธีการที่ 2 | N 8.26                    | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0.5)  |  | 1,424                                                  | 607                                          | 0.43                                 |
| วิธีการที่ 3 | N 12.39                   | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0.75) |  | 1,464                                                  | 567                                          | 0.39                                 |
| วิธีการที่ 4 | N 16.52                   | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N1.0)  |  | 1,410                                                  | 605                                          | 0.43                                 |
| วิธีการที่ 5 | N 20.65                   | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N1.25) |  | 1,381                                                  | 604                                          | 0.44                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (M1) |                          |  | 1,222                                                  | 498                                          | 0.41                                 |
| F-test       |                           |                          |  | ns                                                     | ns                                           |                                      |
| cv (%)       |                           |                          |  | 14.06                                                  | 16.94                                        |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งผลผลิต/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 20** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, HI) ของข้าวโพดหวาน แปลงทดลองตำบลวัดธาตุ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ในการทดลองปีที่ 2

|              |            |                |                          | น้ำหนักแห้ง<br>ส่วนเหนือดินทั้งหมด<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |   | น้ำหนักแห้ง<br>ผลผลิตฝัก<br>(กิโลกรัมต่อไร่) |   | ดัชนีเก็บเกี่ยว <sup>1</sup><br>(HI) |
|--------------|------------|----------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|--------------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N          | 0              | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0)    | 1,109                                                  | c | 868                                          | c | 0.78                                 |
| วิธีการที่ 2 | N          | 4.32           | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0.5)  | 2,584                                                  | b | 1,920                                        | b | 0.74                                 |
| วิธีการที่ 3 | N          | 6.47           | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0.75) | 2,374                                                  | b | 1,732                                        | b | 0.73                                 |
| วิธีการที่ 4 | N          | 8.63           | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N1.0)  | 2,515                                                  | b | 1,857                                        | b | 0.74                                 |
| วิธีการที่ 5 | N          | 10.76          | กิโลกรัมต่อไร่ (M0N1.25) | 4,471                                                  | a | 3,641                                        | a | 0.81                                 |
| วิธีการที่ 6 | ปุ๋ยหมัก 1 | ตันต่อไร่ (M1) |                          | 2,315                                                  | b | 1,818                                        | b | 0.79                                 |
| F-test       |            |                |                          | *                                                      |   | *                                            |   |                                      |
| cv (%)       |            |                |                          | 16.22                                                  |   | 22.06                                        |   |                                      |

หมายเหตุ: <sup>1</sup> HI = น้ำหนักแห้งผลผลิต/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

### โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56-57-01-07-010005-007-102-01-11

ชื่อโครงการ การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามคำวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย

|              |                          |                     |
|--------------|--------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นายธนกฤต กลิ่นหวล        | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นายมหิทร ภูติโส          | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถพันธ์ ศรีศุภโอฬาร | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวนิสสุตา ทองคำพันธ์ | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวจิราพร นิลฉวี      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอัยยะ พินจงสกุลดิษฐ์  | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

#### บทคัดย่อ

ศึกษาอัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ตามคำวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกอ้อย ทำการทดลองในพื้นที่เกษตรน้ำฝน จำนวน 10 แปลง ในดินเหนียวสีดำ ดินเหนียวสีแดง ดินทรายแป้งละเอียด ดินร่วนละเอียด ดินร่วนหยาบ และดินทราย วางแผนการทดลองแบบ Split Plot โดยการสุ่มแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลัก (main plot) ได้แก่ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และปัจจัยรอง (sub plot) เป็นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 อัตรา ตามคำแนะนำของโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ได้แก่ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากับคำแนะนำ (N 1.0) อัตรา 1.25 เท่าของคำแนะนำ (N 1.25) อัตรา 0.75 เท่าของคำแนะนำ (N 0.75) และอัตรา 0.50 เท่าของคำแนะนำ (N 0.50)

ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ไม่มีผลต่อความสูงของอ้อย จำนวนต้นตอกอ้อย ผลผลิตอ้อยสด จำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่ องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพผลผลิต (% Brix) ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 โดยการให้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีแนวโน้มให้ค่ามากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์

สำหรับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า ส่วนใหญ่มีผลให้ความสูงและจำนวนต้นตอกอ้อยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับผลผลิตอ้อยสดในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 ที่พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 1.25 เท่าของคำแนะนำ สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยสดได้ร้อยละ 9.14 ในดินทรายแป้งละเอียด ร้อยละ 0.41-20.18 ในดินร่วนหยาบ และร้อยละ 1.37 ในดินทราย แต่ในดินเหนียวและดินร่วนละเอียดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำกับ 1.25 เท่าของคำแนะนำ มีผลผลิตอ้อยสดใกล้เคียงกัน จำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่ พบว่า อัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีผลให้จำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 1.25 เท่าของคำแนะนำ สามารถเพิ่มจำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่ได้ร้อยละ 2.72 ในดินทรายแป้งละเอียด, ร้อยละ 2.69-23.60

ในดินร่วนหยาบ และร้อยละ 20.00 ในดินทราย แต่ในดินเหนียวและดินร่วนละเอียดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำกับ 1.25 เท่าของคำแนะนำ มีจำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่ใกล้เคียงกัน สำหรับคุณภาพผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนปล้องต่อลำ และน้ำหนักอ้อยต่อลำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

### Abstract

The study on fertilizer recommendation rate for chemical fertilizer and combination of chemical and organic fertilizers for sugarcane production. The experiment in the rainfed areas of 10 plots in many types of textured soils (fine-clayey, fine-silty, fine-loamy, coarse-loamy and sandy textured soils). The statistical designed for the experiment was Split plots in randomized complete blocks with 3 replications which main plot comprised 1) chemical fertilizer application and 2) combination of chemical fertilizer and organic fertilizer application. Sub plots were Nitrogen fertilizer application form "OnFarm fertilizer Program" i.e. at the rate of recommendation, 1.25, 0.75, and 0.5 times of the recommendation rates.

The results revealed that chemical fertilizer and chemical fertilizer with organic fertilizer no effect on height, number of cane stalk per hill cane, sugarcane yield, number of cane stalk per area, yield components and the cane quality (% Brix).

The nitrogen rate significantly affected the height of the cane, number of cane stalk per hill cane, sugarcane yield and number of cane stalk per area. By making use of the recommended nitrogen rate 1.25. Have increased sugarcane yield 9.14 percent in fine-silty textured soils, 0.14-20.18 percent in coarse-loamy textured soils and 1.37 percent in sandy textured soils. The number of increased cane stalk yield of 2.72 percent in fine-silty textured soils, 2.69-23.60 percent in coarse-loamy textured soils and 20.00 percent in sandy textured soils. The yield components and the cane quality (% Brix) not statistically significant.

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับอ้อย โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. พันธุ์อ้อย
2. ปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย
  - ปุ๋ยไนโตรเจน ใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 18-46-0 และยูเรีย สูตร 46-0-0
  - ปุ๋ยฟอสฟอรัส ใช้ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 18-46-0
  - ปุ๋ยโพแทสเซียม ใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ สูตร 0-0-60

3. ปุ๋ยอินทรีย์ กรณีปลูกแบบแถวเดี่ยว อ้อยปลูก อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ อ้อยต่อ 1 และ 2 อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับกรณีปลูกแบบแถวคู่ อ้อยปลูกอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ อ้อยต่อ 1 และ 2 อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

4. ไม่เมตรวัดความสูงอ้อย ตลับเมตรวัดความยาวอ้อยที่เก็บเกี่ยว เวอร์เนียคแคลิเปอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และเครื่องชั่งน้ำหนักอ้อย

5. อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

### วิธีการ

การศึกษามูลการใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการจัดการธาตุอาหารสำหรับอ้อย ในส่วนที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การจัดทำแปลงทดลองของหัวหน้าโครงการย่อยและคณะ ซึ่งแผนงานวิจัยได้กำหนดกรอบให้ทำแปลงทดลองให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงแร่ที่แตกต่างกัน การเลือกพื้นที่และพันธุ์อ้อยให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย แต่เน้นให้พยายามให้เป็นพันธุ์เดียวกันให้มากที่สุด แผนการทดลองและการทดลองซ้ำในแต่ละแปลง อยู่ภายใต้กรอบของแผนงานวิจัย แต่สามารถปรับได้ตามดุลพินิจของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ขั้นตอนโดยรวมมี ดังนี้

1. สำรวจ คัดเลือกพื้นที่ทำแปลงทดลอง ซึ่งจัดทำแปลงทดลองรวม 10 แปลง
2. การเก็บตัวอย่างดิน แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน เพื่อหาคำแนะนำการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และกำหนดเป็นตำรับการทดลอง
3. จัดเตรียมท่อนพันธุ์อ้อย ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ พร้อมจัดทำแปลงทดลอง สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีจะแบ่งใส่ 2 ครั้ง อายุของอ้อยที่ใส่ในแต่ละครั้งแตกต่างกันไปในแต่ละแปลงทดลอง ตามสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะใส่ครั้งเดียว พร้อมกับการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1
4. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต
  - ความงอก ตรวจสอบความงอกทุกแถวของแปลงย่อย แล้วคำนวณเป็นร้อยละความงอก
  - ความสูงของลำต้นอ้อย วัดจากลำต้นงอกก่อน (primary stalk) โดยการสุ่มตัวอย่าง 4 ต้น ในแถวที่ 2, 3 และ 4 ในแต่ละแปลงย่อย โดยวัดความสูงจากพื้นผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap)
  - การแตกกอของอ้อย นับจำนวนต้นอ้อยที่มีภายในกอเดียวกับลำต้นอ้อยที่วัดความสูง
5. การเก็บเกี่ยวผลผลิต
  - เมื่ออ้อยมีอายุพร้อมเก็บเกี่ยว ก่อนการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย สุ่มคัดเลือกอ้อยที่เป็นตัวแทนของแต่ละแปลงย่อย จำนวน 10 ลำ ตัดยอดที่จุดหักธรรมชาติ (natural break point) รวมทั้งนำใบและกาบใบออก แบ่งอ้อยออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ลำ กลุ่มที่ 1 บันทึกน้ำหนักอ้อย แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพของอ้อย สำหรับอ้อยกลุ่มที่ 2 วัดความยาวลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนปล้องต่อลำ แล้วบันทึกน้ำหนักอ้อย
    - ผลผลิตอ้อยต่อไร่ ชั่งน้ำหนักอ้อยสดในแต่ละแปลงย่อยที่เก็บเกี่ยว โดยตัดยอดที่จุดหักธรรมชาติ (natural break point) พร้อมนำใบและกาบใบออก แล้วคำนวณเป็นผลผลิตอ้อยต่อไร่
    - จำนวนลำต่อไร่ นับจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย แล้วคำนวณเป็นจำนวนลำต่อไร่
    - ความยาวลำ วัดความยาวของลำอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่างในแต่ละแปลงย่อย โดยวัดจากโคนถึงจุดหักธรรมชาติ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย
    - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องที่อยู่กึ่งกลางลำจากลำอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

- จำนวนปล้องต่อลำ นับจำนวนปล้องในแต่ละลำ จากลำอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

- น้ำหนักอ้อยต่อลำ คำนวณจากผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่หารด้วยจำนวนลำต่อพื้นที่

### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

การทดลองปลูกอ้อยในแต่ละแปลงย่อยนั้น มีการปลูกทั้งในแบบแถวเดี่ยวและแถวคู่ โดยให้สอดคล้องกับการปลูกอ้อยในพื้นที่ ซึ่งจัดทำแปลงทดลองรวม 10 แปลง ดังนี้

พื้นที่ในการศึกษาวิจัยเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยของเกษตรกร โดยเน้นการทดลองลดหรือเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจากคำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ในส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีนั้น กรณีปลูกแบบแถวเดี่ยว อ้อยปลูก อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ อ้อยต่อ 1 และ 2 อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับกรณีปลูกแบบแถวคู่ อ้อยปลูกอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ อ้อยต่อ 1 และ 2 อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ได้รับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร และใช้อัตราปลดปล่อยธาตุอาหารที่ร้อยละ 60 ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่เพิ่มเติมตามตำราการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบ Split plot ใน randomized complete block จำนวน 3 ซ้ำ

Main Plot คือ รูปแบบการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 2 แบบ ดังนี้ ปุ๋ยเคมี (ไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์) และปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (โดยคำนวณปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี)

Sub Plot คือ ระดับไนโตรเจนที่คำนวณได้จากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง (N) จำนวน 4 ระดับ ดังนี้ N0.5 N0.75 N1.0 และ N1.25

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะแตกต่างกันไปตามผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลง

| สถานที่ดำเนินการ                     | พิกัด  |         | ชุดดิน        |
|--------------------------------------|--------|---------|---------------|
|                                      | E      | N       |               |
| ต.ธารละหลอด อ.พิมาย จ.นครราชสีมา     | 220877 | 1674861 | ธวัชบุรี (Th) |
| ต.ลำพญากลาง อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี     | 761085 | 1655066 | ลพบุรี (Lb)   |
| ต.ปากช่อง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี         | 563756 | 1514187 | วังสะพุง (Ws) |
| สพด.นครปฐม อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม       | 605785 | 1547254 | กำแพงแสน (Ks) |
| ต.ตะครีเอน อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี     | 576322 | 1548933 | กำแพงแสน (Ks) |
| ต.โบสถ์ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา         | 243911 | 1681655 | ชุมพวง (Cpg)  |
| ต.คำหม้อดแก้ว อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์ | 306105 | 1826454 | จักราช (Ckr)  |
| ต.เขาพระนอน อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์    | 324462 | 1826289 | จักราช (Ckr)  |
| ต.แหลมทอง อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา  | 210189 | 1635505 | ห้วยแถลง (Ht) |
| ต.ภูเหล็ก อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น        | 269820 | 1784239 | บ้านไผ่ (Bpi) |

### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละแปลงทดลองและในแต่ละปี รวมถึงผลวิเคราะห์ดินในแปลงทดลองปลูกอ้อย หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 3 ที่สำคัญ มีดังนี้

#### ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

| สถานที่ดำเนินการ                                      | ระดับธาตุอาหารภายในดิน |                    |                | ปริมาณธาตุอาหารตามคำแนะนำ (กก./ไร่) |      |      |
|-------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|----------------|-------------------------------------|------|------|
|                                                       | OM (%)                 | P (mg/kg)          | K (mg/kg)      | N                                   | P    | K    |
| 1. บ้านวังม่วง ต.ธารละหลอด อ.พิมาย จ.นครราชสีมา       | 1.20<br>(ต่ำ)          | 4.50<br>(ต่ำ)      | 40.50<br>(ต่ำ) | 12                                  | 6    | 12   |
| 2. บ้านลำสมพุง ต.ลำพญากลาง อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี       | 2.75<br>(ปานกลาง)      | 36<br>(สูง)        | 159<br>(สูง)   | 5.6                                 | 2.6  | 5.6  |
| 3. บ้านดงไม้ ต.ปากช่อง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี             | 1.10<br>(ต่ำ)          | 37<br>(สูง)        | 42<br>(ต่ำ)    | 12                                  | 2.6  | 12   |
| 4. สถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม         | 1.90<br>(ปานกลาง)      | 40<br>(สูง)        | 119<br>(สูง)   | 8.65                                | 2.6  | 5.6  |
| 5. บ้านสำนักคร้อ ต.ตะคร้ำเอน อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี    | 1.40<br>(ต่ำ)          | 70<br>(สูง)        | 45<br>(ต่ำ)    | 12                                  | 2.6  | 11.6 |
| 6. บ้านตะบอง ต.โบสถ์ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา             | 0.50<br>(ต่ำ)          | 31.50<br>(สูง)     | 255<br>(สูง)   | 12                                  | 2.71 | 5.6  |
| 7. บ้านคำมันปลา ต.คำเหมือดแก้ว อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์ | 0.35<br>(ต่ำ)          | 14<br>(ปานกลาง)    | 19<br>(ต่ำ)    | 12                                  | 6    | 12   |
| 8. บ้านพุทธรักษา ต.เขาพระนอน อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์    | 0.20<br>(ต่ำ)          | 3<br>(ต่ำ)         | 24<br>(ต่ำ)    | 12                                  | 6    | 12   |
| 9. บ้านหนองจาน ต.แหลมทอง อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา    | 0.50<br>(ต่ำ)          | 18.50<br>(ปานกลาง) | 370<br>(สูง)   | 12                                  | 6    | 5.6  |
| 10. บ้านภูเหล็ก ต.ภูเหล็ก อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น         | 0.20<br>(ต่ำ)          | 3<br>(ต่ำ)         | 24.50<br>(ต่ำ) | 12                                  | 6    | 12   |

ตารางผนวกที่ 22 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านวังม่วง ตำบลธารละหลอด  
อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา

|                                 | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|---------------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                                 | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/<br>ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                             | 10.00        | -                  | 5,250       | -                  | 208.33          | 3.32                    | 22.6                  | 1.65                   |
| M 1                             | 9.00         | -                  | 5,833       | -                  | 204.3           | 3.22                    | 22.5                  | 1.69                   |
| LSD 0.05                        | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ย<br>ไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                          | 12.00 a      | + 22.07            | 6,000 a     | + 2.86             | 211.33          | 3.23                    | 23.8                  | 1.83 a                 |
| N 1.0                           | 9.83 b       | -                  | 5,833 a     | -                  | 206.67          | 3.26                    | 23.8                  | 1.73 ab                |
| N 0.75                          | 8.83 bc      | (- 10.17)          | 5,667 a     | (- 2.84)           | 205.50          | 3.38                    | 22.2                  | 1.61 ab                |
| N 0.50                          | 7.33 c       | (- 25.43)          | 4,667 b     | (- 19.98)          | 201.83          | 3.20                    | 20.6                  | 1.52 b                 |
| LSD 0.05                        | *            | -                  | *           | -                  | ns              | ns                      | ns                    | *                      |
| CV (%)                          | 13.81        | -                  | 13.28       | -                  | 8.84            | 10.27                   | 8.17                  | 14.99                  |

ตารางผนวกที่ 23 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านลำสมพุง ตำบลลำพญากลาง  
อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

|                                 | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|---------------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                                 | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/<br>ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                             | 15.08        | -                  | 11,917      | -                  | 181.29          | 2.90                    | 18.83                 | 1.26                   |
| M 1                             | 15.33        | -                  | 12,667      | -                  | 169.13          | 2.88                    | 18.25                 | 1.22                   |
| LSD 0.05                        | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ย<br>ไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                          | 16.00 ab     | -                  | 12,833 a    | -                  | 178.25 a        | 2.98                    | 19.67 a               | 1.25 ab                |
| N 1.0                           | 16.83 a      | -                  | 12,667 ab   | -                  | 179.17 a        | 2.87                    | 18.67 ab              | 1.33 a                 |
| N 0.75                          | 14.50 ab     | (- 13.84)          | 12,000 ab   | (- 5.27)           | 179.67 a        | 2.83                    | 18.67 ab              | 1.21 ab                |
| N 0.50                          | 13.50 b      | (- 19.79)          | 11,667 b    | (- 7.89)           | 163.75 b        | 2.87                    | 17.17 b               | 1.16 b                 |
| LSD 0.05                        | **           | -                  | *           | -                  | *               | ns                      | **                    | *                      |
| CV (%)                          | 9.68         | -                  | 6.50        | -                  | 6.40            | 7.74                    | 6.73                  | 9.00                   |

ตารางผนวกที่ 24 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านดงไผ่ ตำบลปากช่อง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ชม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ชม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 17.92        | -                  | 10,333      | -                  | 261.21          | 3.18                    | 22.17                 | 1.68                   |
| M 1                         | 18.17        | -                  | 10,667      | -                  | 263.32          | 3.18                    | 22.30                 | 1.67                   |
| LSD 0.05                    | ns           | ns                 | ns          | ns                 | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 18.00        | -                  | 11,167 a    | + 6.35             | 253.72          | 3.17                    | 22.17                 | 1.59                   |
| N 1.0                       | 18.50        | -                  | 10,500 ab   | -                  | 260.67          | 3.21                    | 22.03                 | 1.69                   |
| N 0.75                      | 18.00        | -                  | 10,333 ab   | (- 1.59)           | 271.63          | 3.21                    | 22.67                 | 1.73                   |
| N 0.50                      | 17.67        | -                  | 10,000 b    | (- 4.76)           | 260.67          | 3.13                    | 22.03                 | 1.68                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | **          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 10.51        | -                  | 5.02        | -                  | 5.49            | 5.40                    | 5.85                  | 8.58                   |

ตารางผนวกที่ 25 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงสถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ชม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ชม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 10.94        | -                  | 12,220      | -                  | 218.28          | 2.80                    | 18.08                 | 0.87                   |
| M 1                         | 9.73         | -                  | 11,464      | -                  | 218.85          | 2.91                    | 18.42                 | 0.83                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 10.99        | + 9.14             | 12,440      | + 2.72             | 224.07          | 2.87 a                  | 18.37                 | 0.85                   |
| N 1.0                       | 10.07        | -                  | 12,111      | -                  | 218.87          | 2.90 a                  | 18.86                 | 0.82                   |
| N 0.75                      | 10.25        | + 1.79             | 11,334      | (- 6.42)           | 215.50          | 2.91 a                  | 18.43                 | 0.87                   |
| N 0.50                      | 10.00        | (- 0.70)           | 11,484      | (- 5.18)           | 215.83          | 2.75 b                  | 17.33                 | 0.86                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | *                       | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 20.89        | -                  | 14.31       | -                  | 7.89            | 3.10                    | 6.78                  | 9.38                   |

ตารางผนวกที่ 26 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านสำนักคร้อ ตำบลตะคร้ำเอน  
อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ชม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ชม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 20.67        | -                  | 16,000      | -                  | 321.03          | 2.71                    | 28.53                 | 1.29                   |
| M 1                         | 19.33        | -                  | 14,167      | -                  | 305.36          | 2.89                    | 27.89                 | 1.37                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 20.50 ab     | -                  | 15,500 ab   | -                  | 317.06          | 2.76                    | 28.61                 | 1.32                   |
| N 1.0                       | 21.67 a      | -                  | 16,167 a    | -                  | 319.94          | 2.79                    | 28.17                 | 1.35                   |
| N 0.75                      | 18.67 b      | (- 13.84)          | 14,000 c    | (- 13.40)          | 307.22          | 2.81                    | 28.05                 | 1.34                   |
| N 0.50                      | 19.17 b      | (- 11.54)          | 14,667 bc   | (- 9.28)           | 308.56          | 2.84                    | 28.00                 | 1.32                   |
| LSD 0.05                    | **           | -                  | **          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 5.24         | -                  | 4.28        | -                  | 3.06            | 6.72                    | 4.25                  | 4.75                   |

ตารางผนวกที่ 27 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านตะบอง ตำบลโบสถ์ อำเภอพิมาย  
จังหวัดนครราชสีมา

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ชม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ชม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 14.33        | -                  | 14,330      | -                  | 236.25          | 2.74                    | 26.42                 | 0.98                   |
| M 1                         | 16.17        | -                  | 13,750      | -                  | 246.42          | 2.94                    | 26.00                 | 1.23                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 19.83 a      | + 20.18            | 18,167      | + 22.48            | 254.83          | 2.89 ab                 | 25.50                 | 1.10                   |
| N 1.0                       | 16.50 b      | -                  | 14,833      | -                  | 244.00          | 2.91 a                  | 25.17                 | 1.13                   |
| N 0.75                      | 12.83 c      | (- 22.24)          | 11,833      | (- 20.23)          | 237.50          | 2.84 ab                 | 27.00                 | 1.14                   |
| N 0.50                      | 11.83 c      | (- 28.30)          | 11,333      | (- 23.60)          | 229.00          | 2.73 b                  | 27.17                 | 1.04                   |
| LSD 0.05                    | *            | -                  | *           | -                  | ns              | *                       | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 15.82        | -                  | 12.42       | -                  | 8.89            | 1.98                    | 14.59                 | 20.31                  |

ตารางผนวกที่ 28 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านคำมันปลา ตำบลคำเหมือดแก้ว  
อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 12.92        | -                  | 9,248       | -                  | 251.38          | 2.54                    | 22.17                 | 1.46                   |
| M 1                         | 11.75        | -                  | 9,206       | -                  | 245.44          | 2.55                    | 21.67                 | 1.37                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 16.67 a      | + 19.07            | 11,330 a    | + 23.60            | 250.83          | 2.55                    | 22.00 ab              | 1.47                   |
| N 1.0                       | 14.00 b      | -                  | 9,167 b     | -                  | 254.47          | 2.66                    | 23.00 a               | 1.48                   |
| N 0.75                      | 9.66 c       | (- 31.00)          | 7,630 c     | (- 16.77)          | 246.04          | 2.47                    | 21.33 b               | 1.37                   |
| N 0.50                      | 9.30 c       | (- 33.57)          | 7,330 c     | (- 20.04)          | 242.29          | 2.52                    | 21.33 b               | 1.35                   |
| LSD 0.05                    | *            | -                  | *           | -                  | ns              | ns                      | *                     | ns                     |
| CV (%)                      | 15.82        | -                  | 13.27       | -                  | 5.66            | 6.49                    | 4.27                  | 17.58                  |

ตารางผนวกที่ 29 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านพุทธรักษา ตำบลเขาพระนอน  
อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 6.78         | -                  | 5,241       | -                  | 215.25          | 2.78                    | 26.33                 | 1.29                   |
| M 1                         | 7.04         | -                  | 4,954       | -                  | 212.25          | 2.94                    | 26.33                 | 1.42                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 7.31         | + 0.41             | 5,456       | + 2.69             | 220.00          | 2.78                    | 27.00                 | 1.40                   |
| N 1.0                       | 7.28         | -                  | 5,313       | -                  | 216.67          | 2.92                    | 26.00                 | 1.38                   |
| N 0.75                      | 7.15         | ( - 1.78)          | 5,169       | ( - 2.71)          | 210.83          | 2.88                    | 25.50                 | 1.32                   |
| N 0.50                      | 5.91         | (- 18.82)          | 4,451       | (- 16.22)          | 207.50          | 2.86                    | 26.83                 | 1.31                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 22.09        | -                  | 17.13       | -                  | 11.00           | 5.98                    | 9.25                  | 14.80                  |

ตารางผนวกที่ 30 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านหนองจาน ตำบลแหลมทอง อำเภอนหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 17.26        | -                  | 7,733       | -                  | 283.19          | 3.19                    | 29.25                 | 1.92                   |
| M 1                         | 16.06        | -                  | 7,866       | -                  | 297.27          | 3.24                    | 30.33                 | 1.76                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 21.55 a      | + 16.43            | 9,600 a     | + 12.50            | 330.40 a        | 3.28                    | 29.83                 | 1.95                   |
| N 1.0                       | 18.51 a      | -                  | 8,533 b     | -                  | 308.08 b        | 3.22                    | 30.50                 | 1.88                   |
| N 0.75                      | 14.42 b      | (- 22.62)          | 7,200 c     | (- 15.62)          | 283.58 c        | 3.20                    | 28.83                 | 1.73                   |
| N 0.50                      | 12.28 b      | (- 33.64)          | 5,866 d     | (- 31.26)          | 238.87 d        | 3.17                    | 30.00                 | 1.81                   |
| LSD 0.05                    | *            | -                  | *           | -                  | **              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 16.41        | -                  | 8.18        | -                  | 5.49            | 5.45                    | 7.75                  | 15.62                  |

ตารางผนวกที่ 31 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยปลูก แปลงบ้านภูเหล็ก ตำบลภูเหล็ก อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 11.47        | -                  | 7,333       | -                  | 215.79          | 2.95                    | 25.92                 | 1.55                   |
| M 1                         | 11.25        | -                  | 8,250       | -                  | 214.43          | 2.85                    | 25.83                 | 1.39                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 11.83        | + 1.37             | 9,000 a     | + 20.00            | 208.63          | 2.86                    | 24.00                 | 1.58                   |
| N 1.0                       | 11.67        | -                  | 7,500 ab    | -                  | 222.45          | 2.89                    | 27.50                 | 1.52                   |
| N 0.75                      | 11.07        | (- 5.14)           | 8,333 a     | (- 11.10)          | 220.28          | 2.87                    | 25.00                 | 1.40                   |
| N 0.50                      | 10.17        | (- 12.85)          | 6,333 b     | (- 15.56)          | 209.08          | 2.98                    | 27.00                 | 1.37                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | *           | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 19.00        | -                  | 18.52       | -                  | 9.89            | 6.08                    | 11.50                 | 15.31                  |

ตารางผนวกที่ 32 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านวังม่วง ตำบลธารละหลอด  
อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 11.58        | -                  | 10,167      | -                  | 209.98          | 2.96                    | 20.60                 | 1.14                   |
| M 1                         | 12.00        | -                  | 10,667      | -                  | 211.32          | 2.92                    | 21.23                 | 1.13                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 12.00        | + 1.44             | 10,500      | + 1.65             | 214.77          | 2.98                    | 20.53 ab              | 1.15                   |
| N 1.0                       | 11.83        | -                  | 10,330      | -                  | 213.73          | 2.99                    | 22.07 a               | 1.14                   |
| N 0.75                      | 11.80        | - 0.25             | 10,500      | + 1.65             | 207.63          | 2.89                    | 20.17 b               | 1.12                   |
| N 0.50                      | 11.50        | - 2.79             | 10,300      | - 0.29             | 206.47          | 2.91                    | 20.90 ab              | 1.12                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | *                     | ns                     |
| CV (%)                      | 7.93         | -                  | 8.76        | -                  | 209.98          | 2.96                    | 20.60                 | 1.14                   |

ตารางผนวกที่ 33 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านลำสมพุง ตำบลลำพญากลาง  
อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 8.37         | -                  | 7,582       | -                  | 157.02          | 2.91                    | 18.48                 | 1.10                   |
| M 1                         | 6.93         | -                  | 6,575       | -                  | 156.83          | 2.82                    | 18.30                 | 1.06                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 7.95 a       | -                  | 7,231 ab    | -                  | 160.23          | 2.78                    | 17.93                 | 1.05                   |
| N 1.0                       | 8.38 a       | -                  | 7,457 a     | -                  | 154.00          | 2.85                    | 18.80                 | 1.13                   |
| N 0.75                      | 7.10 b       | - 15.27            | 6,755 b     | - 9.41             | 162.37          | 2.82                    | 18.87                 | 1.10                   |
| N 0.50                      | 7.17 b       | - 14.44            | 6,871 b     | - 7.86             | 151.10          | 3.02                    | 17.97                 | 1.04                   |
| LSD 0.05                    | *            | -                  | *           | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 8.05         | -                  | 6.27        | -                  | 8.35            | 7.53                    | 9.12                  | 6.71                   |

ตารางผนวกที่ 34 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านตะบอง ตำบลโบสถ์ อำเภอพนมาย  
จังหวัดนครราชสีมา

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ชม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ชม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 10.08        | -                  | 9,830       | -                  | 233.38          | 2.88                    | 19.45                 | 1.02                   |
| M 1                         | 11.42        | -                  | 10,417      | -                  | 258.70          | 2.87                    | 21.20                 | 1.06                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 11.83        | + 7.55             | 10,830      | + 4.84             | 247.37          | 2.88                    | 20.63                 | 1.07                   |
| N 1.0                       | 11.00        | -                  | 10,330      | -                  | 238.27          | 2.86                    | 19.37                 | 1.03                   |
| N 0.75                      | 10.33        | - 6.09             | 9,670       | - 6.39             | 258.77          | 2.91                    | 21.53                 | 1.06                   |
| N 0.50                      | 9.83         | - 10.64            | 9,667       | - 6.42             | 242.77          | 2.85                    | 19.77                 | 1.00                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 23.00        | -                  | 20.95       | -                  | 10.18           | 2.76                    | 8.97                  | 7.97                   |

ตารางผนวกที่ 35 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านคำมันปลา ตำบลคำหม้อดแก้ว  
อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ชม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ชม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 9.90         | -                  | 8,927       | -                  | 232.50          | 3.12                    | 24.40                 | 1.11                   |
| M 1                         | 8.97         | -                  | 8,335       | -                  | 224.20          | 3.05                    | 24.08                 | 1.08                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 9.81         | + 4.81             | 8,961       | + 6.96             | 231.33          | 3.03                    | 23.43                 | 1.10                   |
| N 1.0                       | 9.36         | -                  | 8,378       | -                  | 222.70          | 3.04                    | 23.03                 | 1.11                   |
| N 0.75                      | 9.10         | - 2.78             | 8,419       | -                  | 228.93          | 3.14                    | 25.20                 | 1.09                   |
| N 0.50                      | 9.48         | -                  | 8,765       | -                  | 230.43          | 3.12                    | 25.30                 | 1.08                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 12.30        | -                  | 12.17       | -                  | 6.33            | 3.02                    | 8.07                  | 7.49                   |

ตารางผนวกที่ 36 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านหนองจาน ตำบลแหลมทอง  
อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 9.92         | -                  | 6,500       | -                  | 273.40          | 2.67                    | 24.83                 | 1.50                   |
| M 1                         | 9.92         | -                  | 6,500       | -                  | 278.17          | 2.74                    | 25.83                 | 1.49                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 10.00        | -                  | 6,500       | -                  | 285.77          | 2.68                    | 25.83                 | 1.51                   |
| N 1.0                       | 10.50        | -                  | 6,833       | -                  | 277.80          | 2.77                    | 25.67                 | 1.49                   |
| N 0.75                      | 10.00        | -                  | 6,500       | -                  | 268.63          | 2.67                    | 25.67                 | 1.49                   |
| N 0.50                      | 9.17         | -                  | 6,167       | -                  | 270.93          | 2.72                    | 24.17                 | 1.50                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| CV (%)                      | 16.47        | -                  | 14.16       | -                  | 6.61            | 5.22                    | 5.77                  | 4.42                   |

ตารางผนวกที่ 37 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยต่อ 1 แปลงบ้านภูเหล็ก ตำบลภูเหล็ก อำเภอบ้านไผ่  
จังหวัดขอนแก่น

|                             | ผลผลิตอ้อยสด |                    | จำนวนลำอ้อย |                    | ความยาวลำ (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) | จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง) | น้ำหนักอ้อยต่อลำ (กก.) |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                             | ต้น/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) | ลำ/ไร่      | เพิ่มขึ้น/ลดลง (%) |                 |                         |                       |                        |
| การใช้ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยอินทรีย์ |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| M 0                         | 2.50         | -                  | 2,982       | -                  | 168.62          | 3.20                    | 21.42                 | 0.85                   |
| M 1                         | 1.98         | -                  | 2,373       | -                  | 168.21          | 3.31                    | 19.75                 | 0.81                   |
| LSD 0.05                    | ns           | -                  | ns          | -                  | ns              | ns                      | ns                    | ns                     |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน           |              |                    |             |                    |                 |                         |                       |                        |
| N 1.25                      | 2.96 a       | + 30.97            | 3,226 a     | + 14.68            | 179.60          | 3.37                    | 22.33                 | 0.93 a                 |
| N 1.0                       | 2.26 ab      | -                  | 2,813 ab    | -                  | 166.43          | 3.26                    | 20.50                 | 0.81 ab                |
| N 0.75                      | 1.98 b       | - 12.39            | 2,506 ab    | - 10.91            | 166.88          | 3.14                    | 20.50                 | 0.78 b                 |
| N 0.50                      | 1.78 b       | - 21.24            | 2,164 b     | - 23.07            | 160.75          | 3.26                    | 19.00                 | 0.79 b                 |
| LSD 0.05                    | *            | -                  | *           | -                  | ns              | ns                      | ns                    | *                      |
| CV (%)                      | 29.54        | -                  | 30.35       | -                  | 13.26           | 7.32                    | 17.57                 | 12.19                  |

## โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010006 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสำปะหลัง

ผู้ดำเนินการ นางสาวพิมพ์คุณิษฐ์ ตั้งตระกูลพงษ์ หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวสุกัญญา หันน้ำเที่ยง ผู้ร่วมดำเนินการ

นางสาวจิราพร นิลฉวี ผู้ร่วมดำเนินการ

นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์ ที่ปรึกษาโครงการ

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่าง ๆ ดำเนินงาน 3 ปีการทดลอง (ปี พ.ศ. 2556 – 2558) จำนวนทั้งสิ้น 9 สถานที่ดำเนินการ กระจายไปตามเนื้อดินต่าง ๆ โดยใช้มันสำปะหลังเป็นพืชทดลอง มีการวางแผนการทดลอง คือการวางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ มี Main plot 2 ระดับ ได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมี (M0) และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (M1) และ 3 Sub plot 4 ระดับ ได้แก่ 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 ของระดับไนโตรเจนที่แนะนำจากโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง

การทดลองมันสำปะหลัง ในพื้นที่ที่มีเนื้อดินเหนียวและมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับสูง พบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การลดปุ๋ยไนโตรเจนจากคำแนะนำ และการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจากคำแนะนำ ไม่ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเมล็ดแตกต่างจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำ การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ในปี 1 และ 1 ตันต่อไร่ในปี 2 และ 3 ก็ไม่ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเมล็ดแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ส่วนในพื้นที่ที่มีเนื้อดินร่วนปนทรายและมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลาง – ระดับค่อนข้างสูง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเมล็ดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และการลดปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.5 ของคำแนะนำ ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเมล็ดลดลงจากการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ 0 – 23 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1.25 ของคำแนะนำ ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลง 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตเมล็ดต่ำกว่าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจนถึงมีผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 28 เปอร์เซ็นต์

### Abstract

The research of soil analysis in on chemical fertilizer and organic fertilizer based on soil analysis for cassava. The objective to compare deal fertilizer for cassava. As the recommended values based on crop growth models compared to the program guide soil and fertilizer management of converter. The trial operation period, from 2012 to 2015 year. total 9 locations. Spread by soil, using cassava as a trial plant. The experimental plot was a plot of 3 replicates in a randomized complete block. There were two main plots: chemical

fertilizer (M0) and chemical fertilizer (M1) and three sub plots. Levels of 0.5, 0.75, 1.0 and 1.25 of the recommended nitrogen levels from soil management and fertilizer application.

Tapioca Experiment In areas with high clay content and soil organic matter, it was found that no nitrogen fertilization Nitrogen fertilizer reduction from the recommendations. And nitrogen fertilization. Cassava seed production was different from that of Nitrogen fertilizer. Composting at the rate of 2 tons per rai in year 1 and 1 ton per rai in year 2 and 3 did not cause cassava seed production to be different from no nitrogen fertilization and nitrogen fertilization. The area of the loam texture and organic matter in the soil was moderate. - a relatively high-level Nitrogen fertilization gave higher seed yield than non-nitrogen fertilization. The 0.5 percent recommendation of cassava gave lower yields from 0 - 23 percent fertilizer application. The introduction of nitrogen fertilizer at the rate of 1.25 percent resulted in a decrease in cassava yield. - 8 percent compost application rate of 1 ton / rai gave lower yield than no fertilizer nitrogen to higher yield of cassava, no nitrogen fertilization.

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง โดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. ปุ๋ยหมัก
2. ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 0-46-0, 0-0-60
3. มันสำปะหลัง
4. ตราซัง
5. กระสอบเก็บตัวอย่าง
6. ถังเก็บตัวอย่างดิน
7. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

## วิธีการ

การศึกษาผลการใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการจัดการธาตุอาหารสำหรับมันสำปะหลัง ในส่วนที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การจัดทำแปลงทดลองของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและคณะ ซึ่งแผนงานวิจัยได้กำหนดกรอบให้ทำแปลงทดลองให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงแร่ที่แตกต่างกัน การเลือกพื้นที่และพันธุ์มันสำปะหลังให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย แต่เน้นให้พยายามให้เป็นพันธุ์เดียวกันให้มากที่สุด แผนการทดลองและการทดลองซ้ำในแต่ละแปลง อยู่ภายใต้กรอบของแผนงานวิจัย แต่สามารถปรับได้ตามดุลพินิจของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ขั้นตอนโดยรวมนี้นี้

1. สำรวจ คัดเลือกพื้นที่ทำแปลงทดลอง
2. เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง ส่งวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารในดิน และ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เพื่อนำมาหาคำแนะนำการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง

3. เตรียมแปลงทดลองขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 7 เมตร ตามแผนการทดลองในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ ระยะปลูก 100 เซนติเมตร x 100 เซนติเมตร
4. ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามอัตราของแต่ละวิธีการ
5. เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมันสำปะหลังอายุ 10-12 เดือน
6. การเก็บข้อมูลดิน เก็บตัวอย่างดินแบบตัวอย่างดินรวม ก่อนการทดลองส่งไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่ และตัวอย่างดินหลังการทดลองส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดินในห้องปฏิบัติการ ดังนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium)
7. เก็บข้อมูลพืช ได้แก่ ผลผลิตมันสำปะหลัง และเปอร์เซ็นต์แป้ง
8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของแปลงทดลองสมบูรณ์แบบ เปรียบเทียบผลโดยใช้ F-Test

### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

พื้นที่ในการศึกษาวิจัยเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง โดยเน้นการทดลองลดหรือเพิ่มปริมาณไนโตรเจน จากคำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ได้รับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร และใส่ในอัตรา 2 ตันต่อไร่ จากนั้นใช้อัตราปลดปล่อยธาตุอาหารที่ร้อยละ 60 ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อคำนวณปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่เพิ่มเติมตามตำราการทดลอง ทั้งนี้การทำแปลงทดลองในมันสำปะหลังมีรวมกันทั้งสิ้น 9 แปลง โดยใช้แผนการทดลอง 2 แบบ ตามสภาพแวดล้อมในการดำเนินการ แปลงทดลองขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 7 เมตร ใช้ระยะปลูก 100 x 100 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 10-12 เดือน ดังนี้

การวางแผนการทดลองแบบ Split plot ใน randomized complete block จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ แปลงที่ ต.หนองบัวศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา แปลงที่ ต.คำเหมือดแก้ว อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์ แปลงที่ ต.นิคมสร้างตนเอง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา แปลงที่ ต.นาจอมเทียน ต.สัตหีบ จ.ชลบุรี แปลงที่ ต.ตะแบกบาน อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา แปลงที่ ต.กะหาด อ.เนินสง่า จ.ชัยภูมิ และแปลงที่ ต.เขาชีจรรย์ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

Main Plot คือ รูปแบบการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 2 แบบ ดังนี้ ปุ๋ยเคมี (ไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์) และ ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (โดยคำนวณปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี) ซึ่งใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่

Sub Plot คือ ระดับไนโตรเจนที่คำนวณได้จากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและ ปุ๋ยรายแปลง (N) จำนวน 4 ระดับ ดังนี้ N0.5 N0.75 N1.0 และ N1.25

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะแตกต่างกันไปตามผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลง

| สถานที่ดำเนินการ                       | พิกัด  |         | ชุดดิน   | พันธุ์  |
|----------------------------------------|--------|---------|----------|---------|
|                                        | E      | N       |          |         |
| ต.หนองบัวศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา     | 193975 | 1652811 | น้ำพอง   | KU50    |
| ต.คำเหือดแก้ว อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์   | 306105 | 1826454 | จักราช   | KU50    |
| ต.นิคมสร้างตนเอง อ.พิมาย จ. นครราชสีมา | 231740 | 1675586 | ชุมพวง   | KU50    |
| ต.นาจอมเทียน อ.สหัสขันธ์ จ.ชลบุรี      | 711675 | 1413722 | หุบกระพง | KU50    |
| ต.ตะแบกบาน อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา       | 210134 | 1602562 | ปักธงชัย | ระยอง72 |
| ต.กะหาด อ.เนินสง่า จ.ชัยภูมิ           | 180309 | 1730702 | วาริน    | ระยอง72 |
| ต.เขาชีจรรย์ อ.สหัสขันธ์ จ.ชลบุรี      | 713849 | 1411404 | วังสะพุง | ระยอง9  |

การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 5 วิธีการ 3 ซ้ำ ได้แก่แปลงที่ ต.หนองหัวแรด อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา และแปลงที่ ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ตำรับที่ 1 0 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N0)

ตำรับที่ 2 0.5 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N0.5)

ตำรับที่ 3 0.75 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N0.75)

ตำรับที่ 4 1.0 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N1.0)

ตำรับที่ 5 1.25 เท่าของระดับปุ๋ยไนโตรเจนจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (M0 N1.25)

หมายเหตุ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะแตกต่างกันไปตามผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลง

| สถานที่ดำเนินการ                       | พิกัด  |         | ชุดดิน   | พันธุ์  |
|----------------------------------------|--------|---------|----------|---------|
|                                        | E      | N       |          |         |
| ต.หนองหัวแรด อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา | 211071 | 1632286 | โชคชัย   | ห้วยบง  |
| ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา       | 760468 | 1623710 | วังสะพุง | ระยอง72 |

#### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละแปลงทดลองและในแต่ละปี รวมถึงผลวิเคราะห์ดินในแปลงทดลองปลูกมันสำปะหลัง หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 4 ที่สำคัญ มีดังนี้

ตารางผนวกที่ 38 ผลวิเคราะห์ดินโครงการ“การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน  
สำหรับมันสำปะหลัง”

| ตำแหน่งที่ตั้งแปลง                     | อินทรีย์วัตถุ<br>(%) | ฟอสฟอรัส<br>(มก./กก.) | โพแทสเซียม<br>(มก./กก.) | ความเป็นกรด<br>เป็นด่าง |
|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| ต.หนองบัวศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา     | 0.41                 | 5.50                  | 43.82                   | 5.1                     |
| ต.คำเหือดแก้ว อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์   | 1.80                 | 2.00                  | 17.50                   | 5.55                    |
| ต.นิคมสร้างตนเอง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา  | 0.25                 | 15.79                 | 178.62                  | 5.29                    |
| ต.จอมเทียน อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี           | 0.30                 | 6.50                  | 17.50                   | 5.20                    |
| ต.ตะแบกบาน อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา       | 0.50                 | 5.00                  | 29.25                   | 5.80                    |
| ต.กะหาด อ.เนินสง่า จ.ชัยภูมิ           | 0.25                 | 19.00                 | 55.00                   | 5.95                    |
| ต.หนองหัวแรด อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา | 2.30                 | 6.50                  | 88.50                   | 4.65                    |
| ต.เขาชีจรรย์ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี         | 1.36                 | 0.77                  | 149.00                  | 6.04                    |
| ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา       | 2.10                 | 22.00                 | 627.50                  | 6.45                    |

ตารางผนวกที่ 39 ผลผลิตมันสำปะหลัง (ต้นต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง  
จังหวัดนครราชสีมา

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน) |        |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|--------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                     | N0.75  | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 4.37                     | 4.72   | 5.12   | 3.89  | 4.53 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 4.32                     | 4.48   | 4.88   | 3.65  | 4.33                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 4.35ab**                 | 4.60ab | 5.00a  | 3.77b |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                       |        | cv (%) | M     | 12.59                                                       |
|                                                            | N     | **                       |        |        | M x N | 12.70                                                       |
|                                                            | M x N | ns                       |        |        |       |                                                             |

หมายเหตุ: \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 40** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง  
จังหวัดนครราชสีมา

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                 |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                                     | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 19.25                                                    | 20.13 | 19.13  | 17.75 | 19.06 a*                                                            |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 14.13                                                    | 14.75 | 14.75  | 14.63 | 14.56 b                                                             |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 16.69 <sup>ns</sup>                                      | 17.44 | 16.94  | 16.19 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | *                                                        |       | cv (%) | M     | 15.45                                                               |
|                                                                    | N     | ns                                                       |       |        | M x N | 12.88                                                               |
|                                                                    | M x N | ns                                                       |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |
|                                                                    |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05                    |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 41** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลคำเหือดแก้ว อำเภอห้วยเม็ก  
จังหวัดกาฬสินธุ์

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 3.20                                  | 3.71  | 3.06   | 2.45  | 3.10 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 3.28                                  | 3.52  | 3.15   | 2.93  | 3.23                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 3.24 <sup>ns</sup>                    | 3.62  | 3.10   | 2.69  |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 15.45                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 24.29                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 42** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลคำหม้อดแก้ว อำเภอยักษ์เม็ก  
จังหวัดกาฬสินธุ์

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 27.75                                 | 16.92 | 26.92  | 27.00 | 27.15 <sup>ns</sup>                                                 |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 27.17                                 | 27.50 | 27.92  | 27.33 | 27.48                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 27.46 <sup>ns</sup>                   | 27.21 | 27.42  | 27.17 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 4.07                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                    |       |        | M x N | 4.12                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 43** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลนิคมสร้างตนเอง อำเภอยักษ์เม็ก  
จังหวัดนครราชสีมา

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 4.16                                  | 4.64  | 5.31   | 4.88  | 4.75 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 4.75                                  | 5.28  | 6.61   | 4.96  | 5.39                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 4.46 <sup>ns</sup>                    | 4.95  | 5.96   | 4.92  |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 29.53                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 29.62                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 44** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลนิคมสร้างตนเอง  
อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                  |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                                      | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 28.33                                                     | 28.67 | 27.33  | 27.83 | 28.04 a**                                                           |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 22.67                                                     | 23.33 | 22.33  | 23.50 | 22.96 b                                                             |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 25.50 <sup>ns</sup>                                       | 26.00 | 24.83  | 25.67 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | **                                                        |       | cv (%) | M     | 3.49                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                                        |       |        | M x N | 10.49                                                               |
|                                                                    | M x N | ns                                                        |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 |       |        |       |                                                                     |
|                                                                    |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05                     |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 45** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสหัสขันธ์  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 1

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                  |        |        |        | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                                      | N0.75  | N1.0   | N1.25  |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 1.92                                                      | 2.45   | 2.88   | 2.64   | 2.47 b**                                                    |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 2.37                                                      | 3.31   | 3.44   | 3.20   | 3.08 a                                                      |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 2.15 b**                                                  | 2.88 a | 3.16 a | 2.92 a |                                                             |
| F-test                                                     | M     | **                                                        |        | cv (%) | M      | 17.40                                                       |
|                                                            | N     | **                                                        |        |        | M x N  | 20.18                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                                        |        |        |        |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 |        |        |        |                                                             |
|                                                            |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05                     |        |        |        |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 46** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 1

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 21.00                                 | 15.70 | 20.50  | 20.43 | 19.41 <sup>ns</sup>                                                 |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 19.50                                 | 21.67 | 19.63  | 19.73 | 20.13                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 20.25 <sup>ns</sup>                   | 18.68 | 20.07  | 20.08 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 18.85                                                               |
|                                                                    | N     | ns                                    |       |        | M x N | 11.96                                                               |
|                                                                    | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 47** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 2

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 4.32                                  | 4.64  | 4.93   | 5.17  | 4.77 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 4.72                                  | 5.01  | 5.12   | 5.39  | 5.06                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 4.52 <sup>ns</sup>                    | 4.83  | 5.03   | 5.28  |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 10.05                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 14.49                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 48** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 2

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                                                          |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                                                                              | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 21.33                                                                                             | 22.50 | 19.33  | 20.67 | 20.96 b*                                                            |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 23.50                                                                                             | 22.17 | 22.33  | 22.50 | 22.62 a                                                             |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 22.42 <sup>ns</sup>                                                                               | 22.33 | 21.58  | 20.83 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | *                                                                                                 |       | cv (%) | M     | 0.47                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                                                                                |       |        | M x N | 6.95                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                                                                                |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05<br>ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 49** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลตะแบกบาน อำเภOCRบุรี  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 6.783                                 | 6.343 | 6.420  | 5.500 | 6.262                                                       |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 5.960                                 | 5.837 | 6.120  | 7.760 | 6.419                                                       |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 6.372                                 | 6.090 | 6.270  | 6.630 |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 23.70                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 14.91                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 50** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลตะแบกบาน อำเภอบรรพตพิสัย  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 22.92                                 | 22.00 | 21.58  | 22.42 | 22.23                                                               |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 23.50                                 | 22.58 | 24.33  | 24.25 | 23.67                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 23.21                                 | 22.29 | 22.96  | 23.33 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 5.70                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                    |       |        | M x N | 6.46                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 51** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลตะแบกบาน อำเภอบรรพตพิสัย  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 5.040                                 | 5.140 | 6.620  | 6.670 | 5.870 <sup>ns</sup>                                         |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 5.980                                 | 5.840 | 5.650  | 5.460 | 5.730                                                       |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 5.510 <sup>ns</sup>                   | 5.490 | 6.140  | 6.070 |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 19.60                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 14.48                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

ตารางผนวกที่ 52 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลตะแบกบาน อำเภอบรรพตพิสัย  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                  |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                                      | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 26.42                                                     | 26.33 | 26.08  | 26.75 | 26.39 b**                                                           |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 28.67                                                     | 28.58 | 28.08  | 27.42 | 28.18 a                                                             |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 27.54 <sup>ns</sup>                                       | 27.46 | 27.08  | 27.08 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | **                                                        |       | cv (%) | M     | 1.34                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                                        |       |        | M x N | 4.38                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                                        |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 |       |        |       |                                                                     |
|                                                                    |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05                     |       |        |       |                                                                     |

ตารางผนวกที่ 53 ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลตะแบกบาน อำเภอบรรพตพิสัย  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 3

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                  |       |        |        | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|-------|--------|--------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                                      | N0.75 | N1.0   | N1.25  |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 5.60                                                      | 5.30  | 6.70   | 5.92   | 5.89 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 5.22                                                      | 5.15  | 5.95   | 5.90   | 5.55                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 5.41b**                                                   | 5.23b | 6.33a  | 5.91ab |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                                        |       | cv (%) | M      | 4.82                                                        |
|                                                            | N     | **                                                        |       |        | M x N  | 8.55                                                        |
|                                                            | M x N | ns                                                        |       |        |        |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 |       |        |        |                                                             |
|                                                            |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05                     |       |        |        |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 54** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลตะแบกบาน อำเภอบรรพตพิสัย  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 3

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                                                          |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                                                                              | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 25.33                                                                                             | 26.08 | 26.17  | 26.58 | 26.04 a*                                                            |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 25.00                                                                                             | 24.75 | 25.17  | 25.67 | 25.15 b                                                             |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 25.17 <sup>ns</sup>                                                                               | 25.42 | 25.67  | 26.12 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | *                                                                                                 |       | cv (%) | M     | 4.55                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                                                                                |       |        | M x N | 4.55                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                                                                                |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05<br>ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 55** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลกะหาด อำเภอนนทบุรี  
จังหวัดนนทบุรี ปีที่ 1

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 5.39                                  | 5.65  | 6.00   | 6.24  | 5.82 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 6.21                                  | 5.54  | 6.13   | 6.51  | 6.09                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 5.80 <sup>ns</sup>                    | 5.60  | 6.07   | 6.38  |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 12.93                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 20.23                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 56** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลกะหาด อำเภอนินสาง จังหวัดชัยภูมิ  
ปีที่ 1

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน) |        |        |         | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|--------|--------|---------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                     | N0.75  | N1.0   | N1.25   |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 27.33                    | 27.67  | 25.00  | 24.67   | 26.17 <sup>ns</sup>                                                 |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 27.67                    | 27.50  | 23.17  | 26.50   | 26.21                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 27.50a <sup>**</sup>     | 27.58a | 24.03b | 25.58ab |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | ns                       |        | cv (%) | M       | 9.21                                                                |
|                                                                    | N     | **                       |        |        | M x N   | 7.22                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                       |        |        |         |                                                                     |

หมายเหตุ: \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 57** ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1

|              |                                 | ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) |
|--------------|---------------------------------|-------------------------------|
| วิธีการที่ 1 | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0)       | 4.22                          |
| วิธีการที่ 2 | N 2.06 กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0.5)  | 6.32                          |
| วิธีการที่ 3 | N 3.08 กิโลกรัมต่อไร่ (M0N0.75) | 7.61                          |
| วิธีการที่ 4 | N 4.11 กิโลกรัมต่อไร่ (M0N1.0)  | 8.08                          |
| วิธีการที่ 5 | N 5.14 กิโลกรัมต่อไร่ (M0N1.25) | 9.55                          |
| F-test       |                                 | **                            |
| cv (%)       |                                 | 27.26                         |

หมายเหตุ: \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางผนวกที่ 58** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1

| เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง |                                 |       |
|----------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1               | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 30.92 |
| วิธีการที่ 2               | N 2.06 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 31.67 |
| วิธีการที่ 3               | N 3.08 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 32.42 |
| วิธีการที่ 4               | N 4.11 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 31.25 |
| วิธีการที่ 5               | N 5.14 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 30.08 |
| F-test                     |                                 | *     |
| cv (%)                     |                                 | 3.59  |

หมายเหตุ: \* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 59** ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก  
จังหวัดนครราชสีมาปีที่ 2

| ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) |                                 |       |
|-------------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1                  | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 7.36  |
| วิธีการที่ 2                  | N 2.10 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 9.31  |
| วิธีการที่ 3                  | N 3.15 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 9.84  |
| วิธีการที่ 4                  | N 4.20 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 10.48 |
| วิธีการที่ 5                  | N 5.25 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 11.07 |
| F-test                        |                                 | ns    |
| cv (%)                        |                                 | 13.88 |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 60** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2

| เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง |                                 |       |
|----------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1               | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 26.17 |
| วิธีการที่ 2               | N 2.10 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 31.08 |
| วิธีการที่ 3               | N 3.15 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 30.58 |
| วิธีการที่ 4               | N 4.20 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 29.00 |
| วิธีการที่ 5               | N 5.25 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 30.42 |
| F-test                     |                                 | **    |
| cv (%)                     |                                 | 7.17  |

หมายเหตุ: \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางผนวกที่ 61** ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 3

| ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่)                |       |
|----------------------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1 N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 7.52  |
| วิธีการที่ 2 N 2.10 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 7.94  |
| วิธีการที่ 3 N 3.15 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 9.14  |
| วิธีการที่ 4 N 4.20 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 9.98  |
| วิธีการที่ 5 N 5.25 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 10.70 |
| F-test                                       | ns    |
| cv (%)                                       | 27.05 |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 62** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลหนองหัวแรต อำเภอนองบุญมาก  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 3

| เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง                   |       |
|----------------------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1 N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 25.67 |
| วิธีการที่ 2 N 2.10 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 27.17 |
| วิธีการที่ 3 N 3.15 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 27.58 |
| วิธีการที่ 4 N 4.20 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 27.75 |
| วิธีการที่ 5 N 5.25 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 27.25 |
| F-test                                       | Ns    |
| cv (%)                                       | 5.72  |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 63** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 1

| Main plot                                               |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน) |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|---------------------------------------------------------|-------|--------------------------|-------|--------|-------|----------------------------------------------------------|
|                                                         |       | N0.5                     | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                          |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                           |       | 5.81                     | 6.00  | 6.40   | 6.36  | 6.14 <sup>ns</sup>                                       |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                              |       | 6.34                     | 6.61  | 6.67   | 6.51  | 6.53                                                     |
| ค่าเฉลี่ยของ น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 6.08 <sup>ns</sup>       | 6.31  | 6.53   | 6.43  |                                                          |
| F-test                                                  | M     | ns                       |       | cv (%) | M     | 9.98                                                     |
|                                                         | N     | ns                       |       |        | M x N | 13.75                                                    |
|                                                         | M x N | ns                       |       |        |       |                                                          |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 64** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 1

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 31.70                                 | 31.20 | 30.10  | 30.52 | 30.88 <sup>ns</sup>                                                 |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 30.17                                 | 30.70 | 31.15  | 30.97 | 30.75                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 30.93 <sup>ns</sup>                   | 30.95 | 30.63  | 30.74 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 1.94                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                    |       |        | M x N | 4.16                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

**ตารางผนวกที่ 65** ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 2

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 3.95                                  | 4.42  | 4.07   | 3.90  | 4.08 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 3.73                                  | 3.95  | 4.13   | 4.58  | 4.10                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 3.84 <sup>ns</sup>                    | 4.18  | 4.10   | 4.24  |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                    |       | cv (%) | M     | 15.37                                                       |
|                                                            | N     | ns                                    |       |        | M x N | 14.12                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

ตารางผนวกที่ 66 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 2

| Main plot                                                          |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)              |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|--------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                    |       | N0.5                                  | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                                     |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                      |       | 27.97                                 | 28.20 | 28.50  | 28.11 | 28.19 <sup>ns</sup>                                                 |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                         |       | 27.60                                 | 28.23 | 28.03  | 28.93 | 28.20                                                               |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 27.78 <sup>ns</sup>                   | 28.22 | 28.27  | 28.52 |                                                                     |
| F-test                                                             | M     | **                                    |       | cv (%) | M     | 1.70                                                                |
|                                                                    | N     | ns                                    |       |        | M x N | 5.22                                                                |
|                                                                    | M x N | ns                                    |       |        |       |                                                                     |
| หมายเหตุ:                                                          |       | ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                                     |

ตารางผนวกที่ 67 ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 3

| Main plot                                                  |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน)                                                                           |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนัก<br>มันสำปะหลัง<br>ในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|-------------------------------------------------------------|
|                                                            |       | N0.5                                                                                               | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                             |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                              |       | 3.97                                                                                               | 4.74  | 4.88   | 3.99  | 4.39 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                 |       | 3.90                                                                                               | 4.96  | 4.92   | 3.88  | 4.41                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ<br>น้ำหนักมันสำปะหลัง<br>ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 3.94b**                                                                                            | 4.85a | 4.90a  | 3.94b |                                                             |
| F-test                                                     | M     | ns                                                                                                 |       | cv (%) | M     | 19.68                                                       |
|                                                            | N     | **                                                                                                 |       |        | M x N | 10.04                                                       |
|                                                            | M x N | ns                                                                                                 |       |        |       |                                                             |
| หมายเหตุ:                                                  |       | ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01<br>ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 |       |        |       |                                                             |

**ตารางผนวกที่ 68** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ  
จังหวัดชลบุรี ปีที่ 3

| Main plot                                                        |       | Sub plot (ระดับไนโตรเจน) |       |        |       | ค่าเฉลี่ยของ เปอร์เซ็นต์แป้งมัน<br>สำปะหลังในแต่ละการใช้ปุ๋ย |
|------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|-------|--------|-------|--------------------------------------------------------------|
|                                                                  |       | N0.5                     | N0.75 | N1.0   | N1.25 |                                                              |
| M0 (ปุ๋ยเคมี)                                                    |       | 27.50                    | 27.00 | 27.50  | 27.50 | 27.38 <sup>ns</sup>                                          |
| M1 (ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี)                                       |       | 26.67                    | 27.83 | 28.50  | 27.33 | 27.58                                                        |
| ค่าเฉลี่ยของ เปอร์เซ็นต์แป้งมัน<br>สำปะหลัง ในแต่ละระดับไนโตรเจน |       | 27.08 <sup>ns</sup>      | 27.42 | 28.00  | 27.42 |                                                              |
| F-test                                                           | M     | ns                       |       | cv (%) | M     | 4.38                                                         |
|                                                                  | N     | ns                       |       |        | M x N | 3.17                                                         |
|                                                                  | M x N | ns                       |       |        |       |                                                              |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 69** ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา  
ปีที่ 1

| ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) |                                 |       |
|-------------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1                  | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 7.33  |
| วิธีการที่ 2                  | N 2.15 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 8.93  |
| วิธีการที่ 3                  | N 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 9.25  |
| วิธีการที่ 4                  | N 4.29 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 9.92  |
| วิธีการที่ 5                  | N 5.36 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 9.09  |
| F-test                        |                                 | ns    |
| cv (%)                        |                                 | 22.14 |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 70** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 1

| เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง |                                 |       |
|----------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1               | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 23.50 |
| วิธีการที่ 2               | N 2.15 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 23.42 |
| วิธีการที่ 3               | N 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 22.42 |
| วิธีการที่ 4               | N 4.29 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 22.58 |
| วิธีการที่ 5               | N 5.36 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 22.95 |
| F-test                     |                                 | ns    |
| cv (%)                     |                                 | 8.20  |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 71** ผลผลิตมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา  
ปีที่ 2

| ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตันต่อไร่) |                                 |       |
|-------------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1                  | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 3.73  |
| วิธีการที่ 2                  | N 2.59 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 4.69  |
| วิธีการที่ 3                  | N 3.88 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 4.99  |
| วิธีการที่ 4                  | N 5.18 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 5.60  |
| วิธีการที่ 5                  | N 6.47 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 4.66  |
| F-test                        |                                 | *     |
| cv (%)                        |                                 | 12.89 |

หมายเหตุ: \* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตารางผนวกที่ 72** เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง ของแปลงทดลอง ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง  
จังหวัดนครราชสีมา ปีที่ 2

| เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง |                                 |       |
|----------------------------|---------------------------------|-------|
| วิธีการที่ 1               | N 0 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0)       | 12.50 |
| วิธีการที่ 2               | N 2.59 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.5)  | 15.08 |
| วิธีการที่ 3               | N 3.88 กิโลกรัมต่อไร่ (MON0.75) | 16.75 |
| วิธีการที่ 4               | N 5.18 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.0)  | 18.42 |
| วิธีการที่ 5               | N 6.47 กิโลกรัมต่อไร่ (MON1.25) | 14.33 |
| F-test                     |                                 | *     |
| cv (%)                     |                                 | 17.37 |

หมายเหตุ: \* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010007 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว

|              |                            |                     |
|--------------|----------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นายทองศักดิ์ ประระไทย      | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นางสาววัชรีย์ แซ่ตั้ง      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางมนัสนันท์ ไชยนิรัตน์    | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวนงเยาว์ จันทรอินทร์  | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวจันทนา ยะจา          | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสุนิรัตน์ โลหะโชติ      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวเรืองรอง มอยสุรินทร์ | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางปวีณา เกษทัน            | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวประภัสสร เจริญไทย    | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวสุตารัตน์ สุรินทร์   | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางชุตติมา จันทรเจริญ      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายดานิเอล มุลอย           | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์    | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่ว บนเนื้อดินทราย ร่วนทราย ร่วนเหนียว เหนียวดำและเหนียวแดง ในช่วงปี 2556-2558 ภายใต้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง โดยใช้คำแนะนำตามแบบจำลองการปลูกพืช เทียบกับโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ นั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2556 ได้ศึกษาอัตราคำแนะนำปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับถั่วในพื้นที่ที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน 5 เนื้อดิน ประกอบด้วย เนื้อดินทราย ร่วนทราย ร่วนเหนียว เหนียวดำและเหนียวแดง ประกอบด้วย 7 วิธีการศึกษา โดยใช้ปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชต้องการเป็นตัวกำหนดอัตราการใช้ปุ๋ย ซึ่งสามารถสรุปได้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับพืชตระกูลถั่วในเนื้อดินทั้ง 5 ชนิดคือ การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับครึ่งหนึ่งของไนโตรเจนที่พืชต้องการ (0.5 N ของปริมาณ N ที่พืชต้องการ) โดยที่ปริมาณไนโตรเจนเมื่อรวมกันแล้วแล้วได้เท่ากับ ปริมาณไนโตรเจนตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง นอกจากนี้ยังพบว่าระดับปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในพื้นที่ไม่มีผลต่อผลผลิตเฉลี่ยของพืชตระกูลถั่วจนทำผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ต่อพื้นที่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

ในปี พ.ศ. 2557-2558 ได้ศึกษาอัตราคำแนะนำปริมาณใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสมในพื้นที่ในที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน 5 เนื้อดิน ประกอบด้วย เนื้อดินทราย ร่วนทราย ร่วนเหนียว เหนียวดำและเหนียวแดง โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial จากการศึกษา พบว่า ปริมาณของปุ๋ยฟอสฟอรัส ปริมาณของปุ๋ยโพแทสเซียมและอิทธิพลร่วมของปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด ต่อผลผลิตเฉลี่ยของพืชที่ได้มีค่าไม่แตกต่างทาง

สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระดับของปริมาณปุ๋ยที่แนะนำร่วมกับผลของค่าวิเคราะห์ ตัวอย่าง คือ การใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 1 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 1

สำหรับผลิตถั่วเหลืองและถั่วลิสง อิทธิพลร่วมของปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด คือ พื้นที่เนื้อดินทราย ควรใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 2 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 2 สำหรับผลิตถั่วลิสงในพื้นที่ พื้นที่เนื้อดินร่วนทราย ควรใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 1 สำหรับผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ พื้นที่เนื้อดินร่วนเหนียว ถั่วเหลือง การใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 1 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 2 ส่วนถั่วลิสง ควรใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 2 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 3 พื้นที่เนื้อดินเหนียวดำ การผลิตถั่วเหลืองควรใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 3 และในพื้นที่เนื้อดินเหนียวแดง ควรใช้ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับที่ 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่ 1 ในการผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่

### Abstract

The research of soil analysis in year 2013-2015 if bean using chemical fertilizers and organic fertilizers. on sand, loamy sand, clay loam, clay black and clay red. Objective to compare deal fertilizer for soybean, mungbean and peanut. As the recommended values based on crop growth models compared to the program guide soil and fertilizer management of converter.

In year 2013, the rate of nitrogen fertilizer recommendation for bean in different soil area was 5. The soil texture consisted of soil sand, sandy loamy, clay loam, clay black and clay red. It consists of 7 treatments using the amount of nitrogen required by the plant to determine the rate of fertilizer. It can be concluded that management of nitrogen fertilizer suitable for legumes in all 5 soil types is chemical fertilizers together with organic fertilizer on available nitrogen (0.5 N of plant N) Nitrogen content when combined. Nitrogen content according to fertilizer recommendations. In addition, it was found that the level of N fertilizer application in the area did not affect the average yield of the legumes until the average yield per area was statistically different compared to the areas without nitrogen fertilization.

In year 2014-2015, the recommended rate of fertilizer phosphorus and potassium fertilizers suitable in the area with different soil texture 5. The soil texture consisted of soil sand, sandy loamy, clay loam, clay black and clay red. Experimental plot design factorial. The results that the amount of phosphorus fertilizer Quantities of potassium fertilizer and co-influence of both types of fertilizer. The average yield of the plants was not statistically different at the 95 percent confidence level. The first level of phosphorus fertilizer was applied with the use of potassium fertilizer level 1.

For soybean and peanut production, the influence of both types of soil is sandy soil. The second level of phosphorus fertilizer should be used together with the use of potassium fertilizer level 2 for the production of peanuts in the area. Meat sandy loam. The

level of phosphorus fertilizer level 3 should be used together with the use of potassium fertilizer level 1 for soybean production in the area. The application of phosphorus fertilizer level 1 in conjunction with the use of potassium fertilizer level 2, peanut level should use the level of phosphorus fertilizer level 2 together with the use of potassium fertilizer level 3.

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง โดยใช้คำแนะนำตามแบบจำลองการปลูกพืช เทียบกับโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์ถั่ว
2. ปุ๋ยเคมี
3. กระสอบเก็บตัวอย่าง
4. ถังเก็บตัวอย่างดิน
5. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

### วิธีการ

การศึกษามูลการใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการจัดการธาตุอาหารสำหรับถั่ว ในส่วนที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การจัดทำแปลงทดลองของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและคณะ ซึ่งแผนงานวิจัยได้กำหนดกรอบให้ทำแปลงทดลองให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงแร่ที่แตกต่างกัน การเลือกพื้นที่ ชนิด และพันธุ์ของถั่ว ให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย โดยเน้นให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่มากที่สุด แผนการทดลองและการทดลองซ้ำในแต่ละแปลง อยู่ภายใต้กรอบของแผนงานวิจัย แต่สามารถปรับได้ตามดุลพินิจของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ขั้นตอนโดยรวมมีดังนี้

1. กำหนดพื้นที่ตามชุดดินที่จะใช้ในการศึกษาวิจัย จำนวน 10 แปลง โดยให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ (เนื้อดิน/ชั้นอนุภาคดิน) และสมบัติเชิงแร่ที่แตกต่างกัน (กลุ่มลักษณะละ 2 แปลง)
2. เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง ส่งวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารในดิน และ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เพื่อนำมาหาคำแนะนำการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมจากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง
3. เตรียมแปลงทดลองขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 7 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 ม. และระยะห่างระหว่างซ้ำ 1.0 เมตร
4. ทำการปลูกก่อนวันที่ 15 มกราคม ของปี โดยใช้ระยะห่างระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างหลุม 20 ซม. หยอดหลุมละ 5 เมล็ด เมื่อออกทำการถอนเหลือ 2 ต้น/หลุม
5. ให้น้ำครั้งละ 350 ลบ.ม./ไร่ ทุกๆ สัปดาห์ หรือตามค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชในแต่ละพื้นที่
6. ใส่ปุ๋ยครั้งเดียวตามตำรับการทดลอง เมื่อถั่วเหลืองอายุ 15-20 วัน โดยการเปิดร่องตื้นๆ แล้วโรยปุ๋ยตามแนวร่องห่างจากโคนต้นถั่วประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วไถกลบ พร้อมกับการกำจัดวัชพืชครั้งแรก
7. ติดตามและดูแลแปลงทดลอง จดบันทึกการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละระยะ พร้อมรวบรวมต้นทุนค่าใช้จ่ายการจัดการแปลงทดลอง ในเชิงต้นทุนการผลิตทางการเกษตรปกติ
8. เก็บเกี่ยวผลผลิตและหาปริมาณผลผลิต
9. เก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการดูดธาตุอาหาร

### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

ในปี 2556 ทำการทดลองปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับถั่ว โดยเน้นการทดลองลดหรือเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจากคำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี โดยลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนลงตามสัดส่วนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แปลงทดลองขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 7 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 ม. และระยะห่างระหว่างซ้ำ 1.0 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block 7 ดำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

ดำรับที่ 1 = ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าของ N ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ดำรับที่ 2 = ปุ๋ยเคมี 0.5 เท่าของ N ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ดำรับที่ 3 = ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าของ N ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ดำรับที่ 4 = ปุ๋ยอินทรีย์ 0.5 เท่าของ N ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ดำรับที่ 5 = ปุ๋ยเคมี 0.5 เท่า + ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ 0.5 เท่าของ N ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ดำรับที่ 6 = ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่า + ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ 0.5 เท่าของ N ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง

ดำรับที่ 7 = แปลงควบคุม

| สถานที่ดำเนินการ | พิกัด  |         | ชุดดิน | ชนิดถั่วที่ทดลอง |
|------------------|--------|---------|--------|------------------|
|                  | E      | N       |        | ปี 2556          |
| มหาสารคาม        | 285921 | 1819564 |        | ถั่วลิสง         |
| ร้อยเอ็ด         | 373250 | 1730600 |        | ถั่วลิสง         |
| น่าน             | 599509 | 2214887 |        | ถั่วเขียว        |
| เชียงใหม่        | 509290 | 2080036 |        | ถั่วลิสง         |
| แพร่             | 629406 | 2029018 |        | ถั่วเหลือง       |
| กำแพงเพชร        | 605900 | 1799400 |        | ถั่วลิสง         |
| พิษณุโลก         | 607798 | 1849049 |        | ถั่วเหลือง       |
| เชียงราย         | 590420 | 2211784 |        | ถั่วเหลือง       |
| พะเยา            | 587812 | 2135528 |        | ถั่วเหลือง       |
| แม่ฮ่องสอน       | 394301 | 2147781 |        | ถั่วเหลือง       |

ในปี 2557 และปี 2558 ได้ปรับการทดลองเป็นการทดลองปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม โดยเน้นการทดลองลดหรือเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากคำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง วางแผนการทดลองแบบ Factorial ผันแปรตามปริมาณของธาตุอาหารในแต่ละพื้นที่ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณฟอสฟอรัส (P) กับปริมาณโพแทสเซียม (K) จำนวน 3 ระดับ โดยใช้อัตราปุ๋ย  $P_2O_5$  และ  $K_2O$  ตามระดับปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียม

อัตราปุ๋ย  $P_2O_5$  และ  $K_2O$  กิโลกรัม/ไร่ ในแต่ละระดับ

| ระดับ      | ปริมาณฟอสฟอรัส (P) |         |     | ปริมาณโพแทสเซียม (K) |         |     |
|------------|--------------------|---------|-----|----------------------|---------|-----|
|            | ต่ำ                | ปานกลาง | สูง | ต่ำ                  | ปานกลาง | สูง |
| ระดับที่ 1 | 6                  | 3       | 0   | 3                    | 0       | 0   |
| ระดับที่ 2 | 9                  | 6       | 3   | 6                    | 3       | 3   |
| ระดับที่ 3 | 12                 | 9       | 6   | 9                    | 6       | 6   |

ซึ่งทำให้ได้ดำรับการทดลอง 9 ดำรับในแต่ละแปลงทดลอง โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เป็น 0 หรือ 3 กิโลกรัม N ต่อไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดิน แปลงทดลองขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 7 เมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 ม. และระยะห่างระหว่างซ้ำ 1.0 เมตร ดังนี้

- ดำรับที่ 1 ปริมาณ P ระดับที่ 1 + ปริมาณ K ระดับที่ 1  
 ดำรับที่ 2 ปริมาณ P ระดับที่ 1 + ปริมาณ K ระดับที่ 2  
 ดำรับที่ 3 ปริมาณ P ระดับที่ 1 + ปริมาณ K ระดับที่ 3  
 ดำรับที่ 4 ปริมาณ P ระดับที่ 2 + ปริมาณ K ระดับที่ 1  
 ดำรับที่ 5 ปริมาณ P ระดับที่ 2 + ปริมาณ K ระดับที่ 2  
 ดำรับที่ 6 ปริมาณ P ระดับที่ 2 + ปริมาณ K ระดับที่ 3  
 ดำรับที่ 7 ปริมาณ P ระดับที่ 3 + ปริมาณ K ระดับที่ 1  
 ดำรับที่ 8 ปริมาณ P ระดับที่ 3 + ปริมาณ K ระดับที่ 2  
 ดำรับที่ 9 ปริมาณ P ระดับที่ 3 + ปริมาณ K ระดับที่ 3

| สถานที่ดำเนินการ    | พิกัด  |         | ชุดดิน          | ชนิดถั่วที่ทดลอง |            |
|---------------------|--------|---------|-----------------|------------------|------------|
|                     | E      | N       |                 | ปี 2557          | ปี 2558    |
| มหาสารคาม           | 285921 | 1819564 | โนนแดง (Ndg)    | -                | -          |
| ร้อยเอ็ด            | 373250 | 1730600 | โนนแดง (Ndg)    | -                | -          |
| กาฬสินธุ์           | 321856 | 1820755 | พระทองคำ (Ptk)  | ถั่วลิสง         | -          |
| ขอนแก่น (อ.เมือง)   | 269179 | 1822325 | มหาสารคาม (Msk) | ถั่วลิสง         | ถั่วลิสง   |
| ขอนแก่น (อ.บ้านแฮด) | 285921 | 1819564 | โนนแดง (Ndg)    | -                | ถั่วลิสง   |
| น่าน                | 599509 | 2214887 | น่าน (Na)       | ถั่วเหลือง       | ถั่วเหลือง |
| เชียงใหม่           | 509290 | 2080036 | สันทราย (Sai)   | ถั่วลิสง         | ถั่วลิสง   |
| แพร่                | 629406 | 2029018 | แพร่ (Pae)      | ถั่วเหลือง       | ถั่วเหลือง |
| กำแพงเพชร           | 605900 | 1799400 | กำแพงเพชร (Kp)  | ถั่วลิสง         | ถั่วลิสง   |
| พิษณุโลก            | 607798 | 1849049 | กำแพงเพชร (Kp)  | ถั่วเหลือง       | ถั่วเหลือง |
| เชียงราย            | 590420 | 2211784 | หางดง (Hd)      | ถั่วเหลือง       | ถั่วเหลือง |
| พะเยา               | 587812 | 2135528 | เชียงราย (Cr)   | ถั่วเหลือง       | ถั่วเหลือง |
| แม่ฮ่องสอน          | 394301 | 2147781 | ปากช่อง (Pc)    | ถั่วเหลือง       | ถั่วเหลือง |

### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละแปลงทดลองและในแต่ละปี หัวหน้าโครงการวิจัย ย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมา ศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผน งานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและการ วิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 5 ที่สำคัญ มีดังนี้

#### ตารางผนวกที่ 73 กลุ่มเนื้อดิน และการเก็บผลผลิตที่ได้ ภายใต้การดำเนินการจัดทำแปลงศึกษาวิจัย ปี 2556

| เนื้อดิน   | จังหวัด    | ชนิดพืช    | ผลผลิต | CV (%) |
|------------|------------|------------|--------|--------|
| ทราย       | มหาสารคาม  | ถั่วลิสง   | nd     | -      |
|            | ร้อยเอ็ด   | ถั่วลิสง   | nd     | -      |
| ร่วนทราย   | เชียงราย   | ถั่วเหลือง | *      | 1.34   |
|            | เชียงใหม่  | ถั่วลิสง   | ns     | 3.82   |
|            | น่าน       | ถั่วเขียว  | nd     | -      |
|            | แพร่       | ถั่วเหลือง | ns     | 34.57  |
| ร่วนเหนียว | พิษณุโลก   | ถั่วเหลือง | ns     | 34.82  |
|            | กำแพงเพชร  | ถั่วลิสง   | nd     | -      |
| เหนียวดำ   | พะเยา      | ถั่วเหลือง | ns     | 50.06  |
| เหนียวแดง  | แม่ฮ่องสอน | ถั่วเหลือง | *      | 1.71   |

หมายเหตุ: nd = ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

ns = no significant pairwise differences among the means

\* = significant at Alpha 0.05 (p = 0.05)

#### ตารางผนวกที่ 74 ข้อมูลผลผลิตของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่ดินร่วนทราย ปี พ.ศ. 2556

| ดำรับที่ | ถั่วเหลือง (กก./ไร่) |        | ถั่วลิสง (กก./ไร่) |
|----------|----------------------|--------|--------------------|
|          | จ.เชียงราย           | จ.แพร่ | จ.เชียงใหม่        |
| 1        | 243.44 B             | 161.80 | 440.09             |
| 2        | 237.61 BC            | 194.50 | 451.94             |
| 3        | 264.13 A             | 162.40 | 465.11             |
| 4        | 235.73 C             | 204.40 | 450.53             |
| 5        | 241.00 BC            | 221.00 | 455.32             |
| 6        | 258.90 A             | 208.00 | 456.12             |
| 7        | 228.80 D             | 217.10 | 427.75             |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD.

ตารางผนวกที่ 75 ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง บนดินร่วนเหนียว ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2556

| ดำรับที่ | ถั่วเหลือง (กก./ไร่) |
|----------|----------------------|
| 1        | 138.00               |
| 2        | 169.60               |
| 3        | 192.40               |
| 4        | 152.00               |
| 5        | 209.60               |
| 6        | 196.53               |
| 7        | 183.73               |

ตารางผนวกที่ 76 ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง บนดินเหนียวดำ ในพื้นที่จังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2556

| ดำรับที่ | ถั่วเหลือง (กก./ไร่) |
|----------|----------------------|
| 1        | 141.60               |
| 2        | 152.80               |
| 3        | 196.53               |
| 4        | 220.00               |
| 5        | 242.40               |
| 6        | 185.33               |
| 7        | 161.33               |

ตารางผนวกที่ 77 ข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลือง บนดินเหนียวแดง ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2556

| ดำรับที่ | ถั่วเหลือง (กก./ไร่) |
|----------|----------------------|
| 1        | 256.30 C             |
| 2        | 257.20 C             |
| 3        | 285.20 A             |
| 4        | 252.53 C             |
| 5        | 255.00 C             |
| 6        | 274.00 B             |
| 7        | 251.10 C             |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD.

ตารางผนวกที่ 78 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองและถั่วลิสง  
ในพื้นที่ศึกษาตามลักษณะเนื้อดิน ปี พ.ศ. 2557

| เนื้อดิน   | จังหวัด           | ชนิดพืช    | ปริมาณ<br>ฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณ<br>โพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของ<br>ปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV<br>(%) |
|------------|-------------------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------|
| ทราย       | กาฬสินธุ์         | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | *                                   | 27.98     |
|            | ขอนแก่น (อ.เมือง) | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | ns                                  | 18.66     |
| ร่วนทราย   | เชียงราย          | ถั่วเหลือง | *                      | ns                       | *                                   | 6.65      |
|            | น่าน              | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 23.06     |
|            | แพร่              | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 27.15     |
|            | เชียงใหม่         | ถั่วลิสง   | *                      | ns                       | *                                   | 3.69      |
| ร่วนเหนียว | พิษณุโลก          | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | *                                   | 12.00     |
|            | กำแพงเพชร         | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | ns                                  | 14.26     |
| เหนียวดำ   | พะเยา             | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 11.01     |
| เหนียวแดง  | แม่ฮ่องสอน        | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 22.07     |

หมายเหตุ: ns = no significant pairwise differences among the means

\* = significant at Alpha 0.05 ( $p = 0.05$ )

CV = ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร

ตารางผนวกที่ 79 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ. 2557

|                           |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |               |               |        |
|---------------------------|------------|--------------------------|---------------|---------------|--------|
|                           |            | ระดับที่<br>1            | ระดับที่<br>2 | ระดับที่<br>3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส<br>(P) | ระดับที่ 1 | 335.60                   | 361.47        | 272.00        | 323.02 |
|                           | ระดับที่ 2 | 237.33                   | 256.57        | 468.73        | 246.95 |
|                           | ระดับที่ 3 | 167.40                   | 365.63        | 248.27        | 260.43 |
|                           | เฉลี่ย     | 202.37                   | 327.89        | 329.67        |        |

ตารางผนวกที่ 80 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2557

|                           |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|---------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                           |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส<br>(P) | ระดับที่ 1 | 494.33                   | 425.00     | 510.00     | 476.44 |
|                           | ระดับที่ 2 | 475.00                   | 513.33     | 443.33     | 494.17 |
|                           | ระดับที่ 3 | 480.00                   | 463.33     | 378.33     | 440.55 |
|                           | เฉลี่ย     | 477.50                   | 467.22     | 443.89     |        |

**ตารางผนวกที่ 81** ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวเหลืองในพื้นที่ศึกษา  
จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |          |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|----------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย   |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 214.93                   | 218.67     | 224.27     | 219.29 B |
|                        | ระดับที่ 2 | 246.13                   | 254.40     | 223.47     | 250.27 A |
|                        | ระดับที่ 3 | 255.20                   | 229.87     | 274.40     | 253.16 A |
|                        | เฉลี่ย     | 250.67                   | 234.31     | 240.71     |          |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD.

**ตารางผนวกที่ 82** ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวเหลือง ในพื้นที่ศึกษา  
จังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 18.50                    | 24.03      | 19.20      | 20.58  |
|                        | ระดับที่ 2 | 23.07                    | 20.07      | 23.43      | 21.57  |
|                        | ระดับที่ 3 | 27.87                    | 22.70      | 15.63      | 22.07  |
|                        | เฉลี่ย     | 25.47                    | 22.27      | 19.42      |        |

**ตารางผนวกที่ 83** ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวเหลือง ในพื้นที่ศึกษา  
จังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 192.00                   | 254.00     | 170.00     | 205.33 |
|                        | ระดับที่ 2 | 228.00                   | 138.00     | 168.00     | 183.00 |
|                        | ระดับที่ 3 | 224.00                   | 234.00     | 174.00     | 210.67 |
|                        | เฉลี่ย     | 226.00                   | 208.67     | 170.67     |        |

**ตารางผนวกที่ 84** ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวลิสง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |          |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|----------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย   |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 265.53                   | 278.63     | 285.23     | 276.46 B |
|                        | ระดับที่ 2 | 283.83                   | 270.70     | 262.73     | 272.42 B |
|                        | ระดับที่ 3 | 282.77                   | 295.67     | 288.00     | 288.81 A |
|                        | เฉลี่ย     | 277.38                   | 281.67     | 278.65     |          |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD.

ตารางผนวกที่ 85 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 231.77                   | 339.00     | 268.17     | 279.65 |
|                        | ระดับที่ 2 | 276.53                   | 275.37     | 280.77     | 275.95 |
|                        | ระดับที่ 3 | 310.47                   | 287.97     | 269.50     | 289.31 |
|                        | เฉลี่ย     | 293.50                   | 300.78     | 272.81     |        |

ตารางผนวกที่ 86 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวลิสง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 268.33                   | 270.00     | 241.67     | 260.00 |
|                        | ระดับที่ 2 | 293.33                   | 283.33     | 305.00     | 293.89 |
|                        | ระดับที่ 3 | 283.33                   | 293.33     | 266.67     | 281.11 |
|                        | เฉลี่ย     | 281.67                   | 282.22     | 271.11     |        |

ตารางผนวกที่ 87 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวเหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 248.80                   | 256.57     | 263.40     | 256.26 |
|                        | ระดับที่ 2 | 284.30                   | 270.83     | 277.83     | 277.57 |
|                        | ระดับที่ 3 | 291.10                   | 264.87     | 298.37     | 284.78 |
|                        | เฉลี่ย     | 287.70                   | 264.09     | 279.87     |        |

ตารางผนวกที่ 88 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวเหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2557

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 336.67                   | 275.00     | 296.00     | 302.56 |
|                        | ระดับที่ 2 | 389.67                   | 343.67     | 341.67     | 366.67 |
|                        | ระดับที่ 3 | 445.00                   | 342.00     | 355.67     | 380.89 |
|                        | เฉลี่ย     | 417.34                   | 320.22     | 331.11     |        |

ตารางผนวกที่ 89 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองและถั่วลิสง  
ในพื้นที่ศึกษาตามลักษณะเนื้อดิน ปี พ.ศ. 2558

| เนื้อดิน   | จังหวัด             | ชนิดพืช    | ปริมาณ<br>ฟอสฟอรัส (P) | ปริมาณ<br>โพแทสเซียม (K) | อิทธิพลร่วมของ<br>ปุ๋ย 2 ชนิด (P*K) | CV<br>(%) |
|------------|---------------------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------|
| ทราย       | ขอนแก่น (อ.บ้านแฮด) | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | ns                                  | 44.88     |
|            | ขอนแก่น (อ.เมือง)   | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | ns                                  | 19.42     |
| ร่วนทราย   | เชียงราย            | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 8.36      |
|            | น่าน                | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 21.82     |
|            | แพร่                | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | *                                   | 21.31     |
|            | เชียงใหม่           | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | ns                                  | 6.45      |
| ร่วนเหนียว | พิษณุโลก            | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 37.08     |
|            | กำแพงเพชร           | ถั่วลิสง   | ns                     | ns                       | ns                                  | 24.07     |
| เหนียวดำ   | พะเยา               | ถั่วเหลือง | ns                     | ns                       | ns                                  | 8.36      |
| เหนียวแดง  | แม่ฮ่องสอน          | ถั่วเหลือง | *                      | *                        | ns                                  | 5.01      |

หมายเหตุ: ns = no significant pairwise differences among the means

\* = significant at Alpha 0.05 (p = 0.05)

CV = ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร

ตารางผนวกที่ 90 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง  
ในพื้นที่ศึกษา อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 126.67                   | 207.00     | 196.67     | 176.78 |
|                        | ระดับที่ 2 | 233.33                   | 253.33     | 129.33     | 205.33 |
|                        | ระดับที่ 3 | 203.33                   | 106.67     | 150.00     | 153.33 |
|                        | เฉลี่ย     | 187.78                   | 189.00     | 158.67     |        |

ตารางผนวกที่ 91 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถั่วลิสง  
ในพื้นที่ศึกษา อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 230.33                   | 270.33     | 309.67     | 270.11 |
|                        | ระดับที่ 2 | 217.00                   | 290.00     | 315.00     | 274.00 |
|                        | ระดับที่ 3 | 303.33                   | 255.00     | 290.33     | 282.89 |
|                        | เฉลี่ย     | 250.22                   | 271.78     | 305.00     |        |

ตารางผนวกที่ 92 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2558

|         |        | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|---------|--------|--------------------------|------------|------------|--------|
|         |        | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ระดับ P | 1      | 107.00                   | 101.00     | 102.00     | 103.33 |
|         | 2      | 95.00                    | 96.33      | 91.67      | 94.33  |
|         | 3      | 97.67                    | 96.33      | 100.00     | 98.00  |
|         | เฉลี่ย | 99.89                    | 97.89      | 97.89      |        |

ตารางผนวกที่ 93 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ระดับ K    |            |            |        |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1 | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 233.33     | 180.00     | 196.67     | 203.33 |
|                        | ระดับที่ 2 | 226.67     | 243.33     | 223.33     | 231.11 |
|                        | ระดับที่ 3 | 216.67     | 223.33     | 170.00     | 203.33 |
|                        | เฉลี่ย     | 225.56     | 215.55     | 196.67     |        |

ตารางผนวกที่ 94 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2558 ที่ 22 ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.  
2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 340.00                   | 267.67     | 335.33     | 314.33 |
|                        | ระดับที่ 2 | 285.33                   | 274.67     | 310.00     | 290.00 |
|                        | ระดับที่ 3 | 395.00                   | 384.00     | 225.33     | 334.78 |
|                        | เฉลี่ย     | 340.11                   | 308.78     | 290.22     |        |

ตารางผนวกที่ 95 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลือง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 256.33                   | 288.00     | 289.67     | 278.00 |
|                        | ระดับที่ 2 | 279.67                   | 293.00     | 277.33     | 283.33 |
|                        | ระดับที่ 3 | 293.67                   | 283.67     | 290.00     | 289.11 |
|                        | เฉลี่ย     | 276.56                   | 288.22     | 285.67     |        |

ตารางผนวกที่ 96 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลิ่ง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 224.33                   | 292.33     | 234.00     | 250.22 |
|                        | ระดับที่ 2 | 300.00                   | 253.00     | 277.67     | 276.89 |
|                        | ระดับที่ 3 | 219.33                   | 248.33     | 228.67     | 232.11 |
|                        | เฉลี่ย     | 247.89                   | 264.55     | 246.78     |        |

ตารางผนวกที่ 97 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลิ่ง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 241.03                   | 225.64     | 235.01     | 233.89 |
|                        | ระดับที่ 2 | 209.64                   | 191.45     | 221.85     | 207.65 |
|                        | ระดับที่ 3 | 191.52                   | 204.70     | 223.73     | 206.65 |
|                        | เฉลี่ย     | 214.06                   | 207.26     | 226.86     |        |

ตารางผนวกที่ 98 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลิ่ง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |        |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 134.20                   | 125.83     | 127.18     | 129.07 |
|                        | ระดับที่ 2 | 118.89                   | 120.26     | 114.90     | 118.02 |
|                        | ระดับที่ 3 | 120.50                   | 122.07     | 124.65     | 122.41 |
|                        | เฉลี่ย     | 124.53                   | 122.72     | 122.24     |        |

ตารางผนวกที่ 99 ผลของปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตเฉลี่ยถัวหลิ่ง  
ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2558

|                        |            | ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (K) |            |            |          |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|----------|
|                        |            | ระดับที่ 1               | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | เฉลี่ย   |
| ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) | ระดับที่ 1 | 241.21                   | 245.42     | 263.80     | 250.14 B |
|                        | ระดับที่ 2 | 246.27                   | 242.06     | 257.08     | 248.47 B |
|                        | ระดับที่ 3 | 268.82                   | 266.35     | 291.41     | 275.53 A |
|                        | เฉลี่ย     | 252.10 B                 | 251.28 B   | 270.76 A   |          |

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD.  
- ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD.

## โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56-58-01-07-010008-007-102-01-11

ชื่อโครงการ การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด

|              |                         |                     |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นางสาวกมลทิพย์ ศศิธร    | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นางสาวอภิญญา แสงสุวรรณ  | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายวิชัย แป้นอ้อย       | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์ | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับสับปะรด ได้ดำเนินการในพื้นที่ตำบลเขากระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี, ตำบลหนองตาแต้ม อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, ตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี, ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง และตำบลเขาชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มีระยะดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2558 วัตถุประสงค์ศึกษาเปรียบเทียบจัดการปุ๋ยสำหรับสับปะรด โดยใช้คำแนะนำตามแบบจำลองการปลูกพืชเทียบกับโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง การวิจัยดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ Split plot ประกอบด้วย 8 วิธีการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้ Main plot 2 ระดับ คือไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และ Sub plot 4 ระดับ คือ ระดับไนโตรเจนที่ต้องการ 0.5, ระดับไนโตรเจนที่ต้องการ 0.75, ระดับไนโตรเจนที่ต้องการ 1.0 และระดับไนโตรเจนที่ต้องการ 1.25 พบว่า ความสูงของสับปะรดที่อายุ 6 เดือนแปลงเพชรบุรี วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 มีความสูงที่ดีที่สุด เท่ากับ 54 เซนติเมตร ความยาวเส้นรอบวงของสับปะรด ที่อายุ 6 เดือน พบว่า แปลงเพชรบุรี วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 มีความยาวเส้นรอบวงสูงที่สุด เท่ากับ 27 เซนติเมตร สำหรับผลผลิตสับปะรด วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 ของแปลงเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ มีผลผลิตสูงกว่าวิธีการอื่นๆ เท่ากับ 8,837 และ 9,779 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า วิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 1.25 ของแปลงเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี มีกำไรสุทธิ เท่ากับ 57,918, 55,287 และ 53,779 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

### Abstract

The research of soil analysis in pineapple using chemical fertilizers and organic fertilizers. Has performed in Tambon Khua Krapok, Tha Yang District, Phetchaburi Province, Tambon Nong Ta Tam, Pranburi district, Prachuap Khiri Khan Province, Tambon Ban Kha, Ban Kha district, Ratchaburi Province, Tambon Nikhom phatthana, Nikhom phatthana district, Rayong Province and Tambon Khao Chi Chan, Sattahip district, Chonburi Province. The trial operation period, from October 2012 to September 2015. The objective to compare deal fertilizer for pineapple. As the recommended values based on crop growth models compared to the program guide soil and fertilizer management of converter. Research action plan a Split plot have Methods of 8, 3 Repeat 2 main plot levels do not use organic fertilizers. Do not use organic fertilizer and derivative. 4. Subtract the required nitrogen level to 0.5, 0.75, 1.0 and the required nitrogen level is 1.25. respectively It was found that the height of pineapple at the age of 6 months in Phetchaburi was 1.25 that of 54 cm. The circumference of pineapple at age 6 months. It converts trial Phetchaburi plots at the level of 1.25 had the highest circumference of 27 cm. For pineapple yield Nitrogen fertilization at 1.25 level of Phetchaburi and Prachuap Khiri Khan plots. The yields were 8,837 and 9,779 kg / rai, respectively and economic benefits were found of the organic fertilizer with nitrogen fertilizer at 1.25 level of Phetchaburi plots. Prachuap Khiri Khan and Ratchaburi had net profits of 57,918, 55,287 and 53,779 baht per rai, respectively.

**วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ยสำหรับสับปะรด โดยใช้คำแนะนำตามแบบจำลองการปลูกพืช เทียบกับโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในมิติต่างๆ

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. ส่วนงานที่ดิน
2. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ดิน
3. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างพืช
4. กล้องถ่ายรูป
5. หน่อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย
6. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0
7. ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0
8. ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60
9. ปุ๋ยอินทรีย์

### วิธีการ

การศึกษาดำเนินการโดยใช้คำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการจัดการธาตุอาหารสำหรับสับปะรดในส่วนที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การจัดทำแปลงทดลองของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและคณะซึ่งแผนงานวิจัยได้กำหนดกรอบให้ทำแปลงทดลองให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงแร่ที่

แตกต่างกัน การเลือกพื้นที่และพันธุ์สับปะรดให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย แต่เน้นให้พยายามให้เป็นพันธุ์เดียวกันให้มากที่สุด แผนการทดลองและการทดลองซ้ำในแต่ละแปลง อยู่ภายใต้กรอบของแผนงานวิจัย แต่สามารถปรับได้ตามดุลพินิจของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย ขั้นตอนโดยรวมมี ดังนี้

1. คัดเลือกพื้นที่สำรวจพื้นที่และทำการคัดเลือกพื้นที่แปลงทดลองในพื้นที่
2. เตรียมแปลงและวางแผนแปลงการทดลอง โดยแปลงทดลองย่อยมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร
3. ไถเตรียมพื้นที่เพาะปลูกทุกวิธีการทดลอง ก่อนการปลูกสับปะรดใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชก่อนปลูก ส่วนการปลูกสับปะรดยกร่องปลูกประมาณ 1 เมตร สูง 15 เซนติเมตร ปลูกสับปะรดเป็นแถวคู่ มีระยะระหว่างภายในร่องเดียวกันประมาณ 40 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างคู่ 75 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้นภายในแถว 30 เซนติเมตร
4. บังคับผล เมื่อสับปะรดเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ขนาดพอสมควร จะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (เอทธิฟอน) โดยใช้ในอัตรา 8 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และเติมปุ๋ยยูเรียอีก 300 กรัม ผสมให้เข้ากันดี แล้วฉีดพ่นต้นละ 70-80 ซีซี จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 5-7 วัน และปริมาณการใช้เอทธิฟอนในการบังคับผล บางครั้งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาล และขนาดต้นสับปะรด ถ้าต้นสับปะรดมีความสมบูรณ์มาก จะใช้ปริมาณเอทธิฟอนที่มากขึ้นด้วย
5. การควบคุมวัชพืช คือการกำจัดวัชพืชโดยการใช้แรงงานเกษตรกร (ถอนหรือดายหญ้า) เป็นจำนวน 1 ครั้งต่อเดือน พร้อมกับฉีดสารเคมีกำจัดวัชพืชด้วย
6. บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ
7. เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่แปลงทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจากผิวดิน ก่อนการเตรียมแปลงปลูกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต เก็บแบบ composite sample เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ประกอบด้วย ค่าปฏิกิริยาดิน (ค่า pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สามารถเป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (available P and Exchange K) และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchange Mg)
8. การวัดการเจริญเติบโตของสับปะรด ทำการศึกษาด้านความสูง และความกว้างของสับปะรด ผลผลิตรวมจาก น้ำหนักจุกและน้ำหนักผล
9. เก็บข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ในด้านการลงทุนในการปลูกสับปะรด การใส่ปุ๋ย และการดูแลรักษา
10. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหา ค่า Analysis of Variance หาค่า F-test ของข้อมูลแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลองโดยใช้วิธี DMRT

#### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

สับปะรดมีการทำแปลงทดลองรวม 5 แปลง ในพื้นที่ต่างๆ กัน โดยเน้นการทดลองลดหรือเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจากคำแนะนำที่ได้จากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี ทำแปลงทดลองขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร ยกร่องปลูกประมาณ 1 เมตร สูง 15 เซนติเมตร ปลูกสับปะรดเป็นแถวคู่ มีระยะระหว่างภายในร่องเดียวกันประมาณ 40 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างคู่ 75 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้นภายในแถว 30 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ Split plot ใน Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ

Main Plot คือ รูปแบบการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 2 แบบ ดังนี้ ปุ๋ยเคมี (ไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์) และ ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (โดยคำนวณปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับ ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี) ซึ่งใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่

Sub Plot คือ ระดับไนโตรเจนที่คำนวณได้จากโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและ ปุ๋ยรายแปลง (N) จำนวน 4 ระดับ ดังนี้ N0.5 N0.75 N1.0 และ N1.25

| สถานที่ดำเนินการ                          | พิกัด  |         | ชุดดิน         |
|-------------------------------------------|--------|---------|----------------|
|                                           | E      | N       |                |
| ต.เขากระปุก อ.ท่าช้าง จ.เพชรบุรี          | 583488 | 1406220 | ลาดหญ้า (Ly)   |
| ต.บ้านคา อ.บ้านคา จ.ราชบุรี               | 544285 | 1413722 | สันป่าตอง (Sp) |
| ต.หนองตาแต้ม อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ | 588987 | 1366370 | ปราณบุรี (Pr)  |
| ต.นิคมพัฒนา อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง           | 740560 | 1413884 | มาบบอน (Mb)    |
| ต.เขาชีจรรย์ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี            | 711536 | 1413884 | สัตหีบ (Sh)    |

#### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละแปลงทดลองและในแต่ละปี หัวหน้าโครงการวิจัย ย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมา ศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผน งานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการ วิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 6 ที่สำคัญ มีดังนี้

**ตารางผนวกที่ 100** ผลวิเคราะห์ดินโครงการ “การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับสับปะรด”

| ตำแหน่งที่ตั้งแปลง                        | อินทรีย์วัตถุ (%) | ฟอสฟอรัส (มก./กก.) | โพแทสเซียม (มก./กก.) | ความเป็น กรดเป็นด่าง |
|-------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| ต.เขากระปุก อ.ท่าช้าง จ.เพชรบุรี          | 0.9               | -                  | 68                   | 6.1                  |
| ต.หนองตาแต้ม อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ | 0.7               | -                  | 73                   | 4.2                  |
| ต.บ้านคา อ.บ้านคา จ.ราชบุรี               | 0.8               | -                  | 64                   | 6.6                  |
| ต.นิคมพัฒนา อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง           | 0.62              | 9                  | 35                   | 4.5                  |
| ต.เขาชีจรรย์ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี            | 1.21              | 10                 | 36                   | 4.2                  |

หมายเหตุ “-” คือไม่มีผลการวิเคราะห์ดิน

ตารางผนวกที่ 101 แสดงน้ำหนักผลสับปรดของแปลงทดลองจังหวัดเพชรบุรี

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 7,136              | 9,061           | 8,099c    |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 7,811              | 10,429          | 9,120b    |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 8,864              | 10,229          | 9,547b    |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 9,453              | 10,837          | 10,145a   |
| ค่าเฉลี่ย           | 8,316b             | 10,139a         | 9,138     |
| F-test (main)       | *                  |                 |           |
| F-test (sub)        | *                  |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 5.18               |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 5.10               |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 102 แสดงน้ำหนักผลสับปรดของแปลงทดลองจังหวัดเพชรบุรี

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 6,161              | 7,764           | 6,963b    |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 6,815              | 8,465           | 7,640b    |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 7,227              | 8,646           | 7,937ab   |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 8,235              | 9,439           | 8,837a    |
| ค่าเฉลี่ย           | 7,110              | 8,579           | 7,845     |
| F-test (main)       | ns                 |                 |           |
| F-test (sub)        | *                  |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 11.35              |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 11.23              |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 103 แสดงน้ำหนักผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 6,829              | 8,171           | 7,500c    |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 6,885              | 9,763           | 8,324bc   |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 7,869              | 10,213          | 9,041ab   |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 9,048              | 10,509          | 9,779a    |
| ค่าเฉลี่ย           | 7,658b             | 9,664a          | 8,661     |
| F-test (main)       | *                  |                 |           |
| F-test (sub)        | *                  |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 12.93              |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 8.61               |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 104 แสดงน้ำหนักผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 7,456              | 10,051          | 8,754     |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 7,837              | 10,181          | 9,009     |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 8,469              | 10,200          | 9,335     |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 8,840              | 10,861          | 9,851     |
| ค่าเฉลี่ย           | 8,151b             | 10,323a         | 9,237     |
| F-test (main)       | *                  |                 |           |
| F-test (sub)        | ns                 |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 11.94              |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 7.74               |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 105 แสดงน้ำหนักผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดราชบุรี

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 7,947              | 8,853           | 8,400     |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 7,896              | 10,371          | 9,134     |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 8,323              | 10,283          | 9,303     |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 9,357              | 10,040          | 9,699     |
| ค่าเฉลี่ย           | 8,381b             | 9,887a          | 9,134     |
| F-test (main)       | *                  |                 |           |
| F-test (sub)        | ns                 |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 7.45               |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 9.90               |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 106 แสดงน้ำหนักผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดราชบุรี

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 5,707              | 7,043           | 6,377c    |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 5,997              | 8,077           | 7,037b    |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 6,464              | 8,259           | 7,362b    |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 7,483              | 8,560           | 8,022a    |
| ค่าเฉลี่ย           | 6,413b             | 7,985a          | 7,199     |
| F-test (main)       | *                  |                 |           |
| F-test (sub)        | *                  |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 5.02               |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 4.63               |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 107 แสดงน้ำหนักผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดระยอง

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 6,720              | 8,030           | 7,375     |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 7,020              | 10,368          | 8,694     |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 7,770              | 9,844           | 8,807     |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 8,270              | 9,020           | 8,645     |
| ค่าเฉลี่ย           | 7,445b             | 9,316a          | 8,381     |
| F-test (main)       | *                  |                 |           |
| F-test (sub)        | ns                 |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 19.45              |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 18.61              |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตารางผนวกที่ 108 แสดงน้ำหนักผลสับปะรดของแปลงทดลองจังหวัดชลบุรี

| ปุ๋ยเคมี            | ปุ๋ยอินทรีย์       |                 | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
|                     | ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ | ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ |           |
| ไนโตรเจน 0.5%       | 9,210              | 7,700           | 8,455     |
| ไนโตรเจน 0.75%      | 6,654              | 8,800           | 7,727     |
| ไนโตรเจน 1.0%       | 7,490              | 7,950           | 7,720     |
| ไนโตรเจน 1.25%      | 8,220              | 7,240           | 7,730     |
| ค่าเฉลี่ย           | 7,894              | 7,923           | 7,909     |
| F-test (main)       | ns                 |                 |           |
| F-test (sub)        | ns                 |                 |           |
| F-test (main x sub) | ns                 |                 |           |
| CV (%) (main)       | 10.62              |                 |           |
| CV (%) (main x sub) | 14.71              |                 |           |

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

## โครงการวิจัยย่อยที่ 7

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010009 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การประเมินรอบการให้น้ำระดับไรนาโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน

|              |                         |                     |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นางสาวชนิตา จรรย์วรพรรณ | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นายกฤติโสภณ ดวงกมล      | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางสาวศิวพร ศีลเตโช     | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอัยยะ พินจงสกุลดิษฐ์ | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

ศึกษาการประเมินรอบการให้น้ำระดับไรนาโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน การศึกษาแบ่งตามกลุ่มเนื้อดิน ได้แก่ กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT) และกลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT) จากพื้นที่ทำการเกษตร 16, 7 และ 11 พื้นที่ ตามลำดับ ทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 ซ้ำ จาก 3 ระดับความลึก คือ 0-15, 15-30 และ 30-60 cm วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน ทำการพล็อตกราฟเส้นอัตลักษณ์น้ำในดินและกราฟความชื้นดินตามกลุ่มเนื้อดิน พร้อมทั้งหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดิน (Soil Moisture Content, % by volume) และปริมาณน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ (Water Storage, cm H<sub>2</sub>O) เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินที่ระดับความลึก 0-15, 0-30 และ 0-60 cm จนกระทั่งดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของความจุความชื้นสนามของแต่ละกลุ่มเนื้อดิน (Mean of Water Content at Field Capacity, FC<sub>mean</sub>) การคำนวณปริมาณน้ำดังกล่าวคำนวณโดยใช้ค่าความชื้นดินเฉลี่ยซึ่งได้จากการสุ่มวัดความชื้นดินในสนาม 8 จุด จาก 3 ระดับความลึก (0-15, 0-30 และ 0-60 cm) การคำนวณรอบการให้น้ำครั้งต่อไปของดินคำนวณจากความชื้นของดินที่ลดลง 40-60 %FC<sub>mean</sub>

ผลการศึกษาพบว่า ที่ระดับความลึก 0-15, 0-30 และ 0-60 cm ค่าเฉลี่ยความจุความชื้นสนาม (FC<sub>mean</sub>) ของกลุ่มดิน FT มีค่า 34.22, 70.67, และ 108.42 % by volume ตามลำดับ ของกลุ่มดิน MT มีค่า 25.20, 51.19 และ 78.98 % by volume ตามลำดับ และของกลุ่มดิน CT มีค่า 17.35, 35.97, และ 55.01 % by volume ตามลำดับ เมื่อค่า FC<sub>mean</sub> ของกลุ่มดิน FT และ MT ได้จากค่าความชื้นดินที่แรงดึงน้ำ 1/3 bar และของกลุ่มดิน CT ได้จากค่าความชื้นดินที่แรงดึงน้ำ 1/10 bar การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องเพิ่มให้กับดินเพื่อให้ดินมีความชื้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ FC<sub>mean</sub> โดยใช้สมการเส้นตรงจากกราฟความชื้นดินตามกลุ่มเนื้อดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 0-30 cm กลุ่มดิน FT, MT และ CT ใช้สมการเส้นตรงเดียวกันคือ  $Y = 6.6667X$  ( $R^2 = 1.0000$ ) และที่ระดับความลึก 0-60 cm กลุ่มดิน FT ใช้สมการเส้นตรง  $Y = 4.9738X - 0.6501$  ( $R^2 = 0.9946$ ) กลุ่มดิน MT ใช้สมการเส้นตรง  $Y = 4.9429X - 0.1048$  ( $R^2 = 0.9970$ ) และกลุ่มดิน CT ใช้สมการเส้นตรง  $Y = 5.1139X - 1.6917$  ( $R^2 = 0.9991$ ) เมื่อ Y คือ ความชื้นดินในสภาพสนาม (หน่วย % by volume) และ X คือ ปริมาณน้ำในดินเป็นความสูงของน้ำ (หน่วย cm H<sub>2</sub>O) ผลการคำนวณปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 15, 30 และ 60 cm ในพื้นที่ 1 ไร่ สำหรับกลุ่มดิน FT ช่วงที่ดินมีความชื้นมาก (ฤดูฝน) คือ 23, 37, และ 77 m<sup>3</sup> ตามลำดับ ช่วงที่ดินมีความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) คือ 33, 70 และ 141 m<sup>3</sup> ตามลำดับ และรอบการให้น้ำครั้งต่อไปของกลุ่มดิน FT จะให้เมื่อความชื้นดินลดลงอยู่ในช่วง

13.69 – 20.53, 28.27 – 42.40 และ 42.97 – 64.45 % by volume ตามลำดับ (ความชื้นของดินที่ลดลง 40-60 % $FC_{mean}$ ) สำหรับกลุ่มดิน MT ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยที่ต้องเพิ่มให้กับดินช่วงที่ความชื้นมาก (ฤดูฝน) คือ 0.2 (หรือ 200L), 33 และ 96  $m^3$  ตามลำดับ ช่วงที่ความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ต้องเพิ่มน้ำให้กับดินที่ความลึก 30 และ 60 cm คือ 0.2 (หรือ 200 L) และ 96  $m^3$  ตามลำดับ ที่ความลึก 15 cm ไม่ต้องให้น้ำ เนื่องจากเกษตรกรมีการจัดการน้ำจึงมีการให้น้ำเกิน  $FC_{mean}$  3  $m^3$  หรือ 3,000 L และรอบการให้น้ำครั้งต่อไปของกลุ่มดิน MT จะให้เมื่อความชื้นดินลดลงอยู่ในช่วง 10.08 – 15.12, 20.48 – 30.71 และ 31.59 – 47.39 % by volume ตามลำดับ สำหรับกลุ่มดิน CT ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยที่ต้องเพิ่มให้กับดินช่วงที่ความชื้นมาก (ฤดูฝน) ที่ความลึก 30 และ 60 cm คือ 22 และ 71  $m^3$  ตามลำดับ ที่ความลึก 15 cm ไม่ต้องให้น้ำเนื่องจากดินได้รับปริมาณน้ำฝนเกิน  $FC_{mean}$  3  $m^3$  หรือ 3,000 L ช่วงที่ความชื้นน้อย (ฤดูแล้ง) ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยที่ต้องเพิ่มให้กับดินลึก 15, 30 และ 60 cm คือ 33, 59 และ 118  $m^3$  ตามลำดับ และรอบการให้น้ำครั้งต่อไปของกลุ่มดิน CT จะให้เมื่อความชื้นดินลดลงอยู่ในช่วง 6.94 – 10.41, 14.39 – 21.58 และ 22.00 – 33.01 % by volume ตามลำดับ

### Abstract

The estimation of farm irrigation by soil physical property was studied. The study focused on 3 soil texture groups including fine texture group (FT), medium texture group (MT) and coarse texture group (CT). Soil samplings of FT, MT and CT were taken from 16, 7 and 11 agricultural areas, respectively. All soil samples were taken from 3 depths of 0-15, 15-30 and 30-60 cm with 3 replications and they were analyzed in soil physical laboratory emphasizing on the variables related to soil moisture. The graphs of soil water characteristic and soil moisture on soil texture group were plotted. The relative equations of soil moisture content (in unit % by volume) and soil water storage (in unit cm  $H_2O$ ) were used to calculate the water volume supplied to soil reaching to field capacity ( $Water_{supplied}$ ). This field capacity was the average of water content at field capacity of each soil group at 3 depths (0-15, 0-30 and 0-60 cm) and called  $FC_{mean}$ . The  $water_{supplied}$ , aforesaid, was calculated by using data of soil moisture content averaged from 8 soil sampling points at 3 depths (0-15, 0-30 and 0-60 cm). The next irrigation was supplied when soil moisture content decrease to 40-60 % $FC_{mean}$ .

The result showed that at 0-15, 0-30 and 0-60 cm depth,  $FC_{mean}$  of FT group were 34.22, 70.67, and 108.42 % by volume, respectively, of MT group were 25.20, 51.19 and 78.98 % by volume, respectively and of CT group were 17.35, 35.97, and 55.01 % by volume, respectively, when  $FC_{mean}$  of FT and MT groups were the moisture retention at 1/3 bar and CT group was the moisture retention at 1/10 bar. The  $water_{supplied}$  was calculated from the linear equation of graph-soil moisture on soil texture group. The  $water_{supplied}$  of FT, MT and CT group at 0-15 and 0-30 cm depth were calculated from the same linear equation:  $Y = 6.6667X$  ( $R^2 = 1.0000$ ). The  $water_{supplied}$  of FT group at 0-60 cm depth was calculated from the equation:  $Y = 4.9738X - 0.6501$  ( $R^2 = 0.9946$ ), of MT group was

calculated from the equation:  $Y = 4.9429X - 0.1048$  ( $R^2 = 0.9970$ ), and of CT group was calculated from the equation:  $Y = 5.1139X - 1.6917$  ( $R^2 = 0.9991$ ), when Y is the field moisture content (in unit % by volume) and X is the soil water storage (in unit cm H<sub>2</sub>O). The calculation showed that at 15, 30 and 60 cm depth in 1 rai of agricultural area, Water<sub>supplied</sub> of FT group in rainy season was 23, 37, and 77 m<sup>3</sup>, respectively, and in dry season was 33, 70 and 141 m<sup>3</sup>, respectively. The next irrigation for FT group was supplied when soil moisture content decreased to 13.69 – 20.53, 28.27 – 42.40 and 42.97 – 64.45 % by volume, respectively (these moisture ranges came from 40-60 %FC<sub>mean</sub>). For MT group, the water<sub>supplied</sub> in rainy season was 0.2 (or 200L), 33 and 96 m<sup>3</sup> at 15, 30 and 60 cm depth and in dry season was 0.2 (or 200 L) and 96 m<sup>3</sup> at 30 and 60 cm depth. However, at 15 cm depth water was not supplied, due to water management of farmers. Therefore, the soil had moisture over FC<sub>mean</sub> 3 m<sup>3</sup> (or 3,000 L). The next irrigation for MT group was supplied when soil moisture content decreased to 10.08 – 15.12, 20.48 – 30.71 and 31.59 – 47.39 % by volume, respectively. For CT group, the water<sub>supplied</sub> in rainy season were 22 and 71 m<sup>3</sup> at 30 and 60 cm depth. However, at 15 cm depth the water was not supplied because the soil had moisture over FC<sub>mean</sub> 3 m<sup>3</sup> (or 3,000 L) from rainfall. In dry season, the water<sub>supplied</sub> was 33, 59 and 118 m<sup>3</sup> at 15, 30 and 60 cm depth. The next irrigation for CT group was supplied when soil moisture content decreased to 6.94 – 10.41, 14.39 – 21.58 and 22.00 – 33.01 % by volume, respectively.

**วัตถุประสงค์** เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการกำหนดรอบการให้น้ำระดับไรนา โดยอาศัยการประเมินจากสมบัติทางกายภาพของดิน และใช้ข้อมูลนั้นสำหรับการให้คำแนะนำการจัดการดินน้ำ ระดับไรนาต่อไป

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่เปลี่ยนแปลงสภาพ (Disturbed Soil Samples) ได้แก่ ถังเก็บตัวอย่างดิน พลั่วสนาม ปากกา Marker เป็นต้น
2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินสภาพธรรมชาติ (Undisturbed Soil Samples) ได้แก่ กระบอกรับตัวอย่างดินแบบกลม (Core) อุปกรณ์ตอก Core ค้อนยาง เทปพัน Core มีดปาดดิน (Soil Spatula) ปากกา Marker เป็นต้น
3. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulic Conductivity) ได้แก่ หลอดแก้วรูปตัวยูและขวดแก้ว Buchner Funnel ผ้าขาวบาง มีดปาดดิน (Soil Spatula) ปีกเกอร์ (Beaker) กระบอกฉีดยา Cylinder ขนาด 500 ml เป็นต้น
4. อุปกรณ์วิเคราะห์ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle Density) ได้แก่ Volumetric Flask ขนาด 50 ml Hot Plate และถาดใส่น้ำ (Water Bath)
6. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้นดินที่แรงดึงบรรยากาศต่าง ๆ ได้แก่ Pressure Plate Apparatus
7. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธีปิเปต ได้แก่ ปีกเกอร์แก้วทนไฟ (Glass Beaker) ขนาด 600 ml ปีกเกอร์พลาสติก (Plastic Beaker) ขนาด 500 ml Cylinder ขนาด 1,000 ml High Speed stirrer เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) Hot Plate และถาดใส่น้ำ (Water Bath) เป็นต้น

8. กระป๋องใส่ตัวอย่างดิน (Can)
9. โถดูดความชื้น (Desiccator)
10. ตู้อบ (Oven)
11. เครื่องชั่ง (Balance) ทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 3 ตำแหน่ง
12. Vernier

## วิธีการ

การศึกษาแนวทางการประเมินรอบการให้น้ำโดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน เน้นการเก็บตัวอย่างดินตามกลุ่มเนื้อดินหลัก และวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่สัมพันธ์กับการจัดการน้ำ คือ เส้นอัตราความชื้นในดิน แล้วจึงสร้างสมการเพื่อแปลผลสู่การจัดการน้ำอีกชั้นหนึ่ง โดยมีแนวทางการดำเนินงานโดยสังเขป ดังนี้

1. กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างดินครอบคลุมกลุ่มดินเนื้อหยาบ ปานกลาง ละเอียด โดยแต่ละกลุ่มเนื้อดินมีจำนวนชุดดินประมาณ 10 ชุดดิน เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยสมบัติทางกายภาพของดิน
2. ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งแบบรบกวนโครงสร้าง (Disturbed Soils) และแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (Undisturbed Soils) และเก็บตามชั้นความลึกตามการจำแนกชั้นโดยสัณฐานวิทยาดิน
3. ตรวจวัดและวิเคราะห์หาอัตราการซาบซึมน้ำ และเส้นอัตราความชื้นของน้ำในดิน พร้อมทั้งสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- เนื้อดิน (Soil Texture) หรือขนาดอนุภาคดิน (Soil Particle Size Analysis) ด้วยวิธีปิเปต (Pipette Method) (Kilmer and Alexander, 1949)
- ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk and Particle Density) (สุนทรี, 2536; Culley, 1993)
- ความชื้นในดิน (Soil Water Content) (สุนทรี, 2536; Topp, 1993)
- การนำน้ำของดินในสภาพที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Hydraulic Conductivity of Saturated Soil) (สุนทรี, 2536; Reynolds, 1993)
- ความชื้นของดินที่แรงดึงบรรยากาศต่าง ๆ (Soil Water Retention) (สุนทรี, 2536; Topp et. al., 1993) ได้แก่ ที่แรงดึง 1/3 และ 15 bar
- คำนวณความจุความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ (Available Water Capacity, AWC) จากค่าความชื้นดินที่ Field Capacity (FC), และ Permanent Wilting Point (PWP)
- คำนวณ Soil Moisture Content (% by volume)
- คำนวณปริมาณน้ำที่ให้แก่ดิน เพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นดินให้เท่ากับความชื้นชลประทานหรือความจุความชื้นสนาม
- ความชื้นสนาม (โดยใช้เครื่อง Time-domain Reflectometer, TDR)

4. แปลงข้อมูลเส้นอัตราความชื้นในดินเป็นกราฟปริมาณน้ำในดินตามกลุ่มเนื้อดิน ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ได้แก่ 0 – 15 ซม. 15 – 30 ซม. และ 30 – 60 ซม. เพื่อใช้ในการคำนวณอย่างง่ายว่าดินแต่ละกลุ่มเนื้อดินมีความสามารถอุ้มน้ำไว้ให้เป็นประโยชน์กับพืชได้นานเท่าใด และหากปริมาณน้ำในดินไม่เพียงพอสำหรับพืชควรเพิ่มปริมาณน้ำให้กับดินเท่าใด เพื่อให้ระดับน้ำในดินเข้าใกล้ระดับความชื้นชลประทานมากที่สุด

5. ใช้สมการทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายเพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้กับดิน เพื่อยกระดับความชื้นในดินให้เท่ากับหรือใกล้เคียงระดับความชื้นชลประทานมากที่สุด และสามารถใช้งานได้จริงในภาคสนาม

### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

การประเมินรอบการให้น้ำ เป็นการประเมินผลข้อมูลกายภาพของดิน เพื่อประเมินความสามารถในการอุ้มน้ำ ความเป็นประโยชน์ของน้ำ และนำไปสู่แนวทางการจัดการน้ำ

สถานที่เก็บตัวอย่างดิน แบ่งได้ตามกลุ่มเนื้อดิน ดังนี้

- กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) จากพื้นที่ทำการเกษตร 16 พื้นที่

| Code | การใช้ประโยชน์ที่ดิน | สถานที่เก็บตัวอย่าง                | GPS               |
|------|----------------------|------------------------------------|-------------------|
| FT1  | อ้อย                 | สถานีพัฒนาที่ดินลพบุรี จ.ลพบุรี    | 690564E 1637166N  |
| FT2  | อ้อย                 | ต.ธารละหลอด อ.พิมาย จ. นครราชสีมา  | ไม่มีข้อมูล       |
| FT3  | มันสำปะหลัง          | อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา          | ไม่มีข้อมูล       |
| FT4  | มันสำปะหลัง          | อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา             | ไม่มีข้อมูล       |
| FT5  | อ้อย                 | จ.สระบุรี                          | ไม่มีข้อมูล       |
| FT6  | ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์   | ต.แม่กุ อ.แม่สอด จ.ตาก             | 465905E, 1836993N |
| FT7  | กล้วยป่า             | ต.โคกสลด อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก   | 632410E, 1833710N |
| FT8  | ส้มโอ                | ต.เมืองเก่า อ.เมือง จ.พิจิตร       | 638709E, 1811625N |
| FT9  | อ้อย                 | ต.ตาคลี อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์        | 648145E, 1689436N |
| FT10 | ข้าวโพด              | ต.แม่ยะ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่     | 496991E; 2136747N |
| FT11 | ป่าไม้ผสม            | ต.ปิงโค้ง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่   | 503517E; 2155500N |
| FT12 | ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์   | ต.แม่ข้าวต้ม อ.เมือง จ.เชียงราย    | 599522E; 2214878N |
| FT13 | ยางพารา              | ต.ริมกก อ.เมือง จ.เชียงราย         | 593768E; 2206289N |
| FT14 | สับปะรด              | ต.แม่ข้าวต้ม อ.เมือง จ.เชียงราย    | 598353E; 2215924N |
| FT15 | อ้อย                 | ต.สันสลี อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย | 551151E; 2144423N |

- กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT) จากพื้นที่ทำการเกษตร 7 พื้นที่

| Code | การใช้ประโยชน์ที่ดิน | สถานที่เก็บตัวอย่าง                     | GPS               |
|------|----------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| MT1  | ป่ายูคาลิปตัส        | ต.ปางมะค่า อ.ชาณุวรลักษบุรี จ.กำแพงเพชร | 561515E, 1761745N |
| MT2  | ข้าวโพดหวาน          | ต.บึงสามัคคี อ.บึงสามัคคี จ.กำแพงเพชร   | 605968E, 1799378N |
| MT3  | ข้าว                 | ต.บ้านกล้วย อ.เมือง จ.สุโขทัย           | 578310E, 1876568N |
| MT4  | ข้าว                 | ต.บ้านป้อม อ.ศรีมาสา จ.สุโขทัย          | 580802E, 1872361N |
| MT5  | อ้อย                 | ต.นาทุ่ง อ.ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย        | 575587E, 1913318N |
| MT6  | อ้อย                 | ต.เมืองบางขลัง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย     | 575373E, 1907761N |
| MT7  | กวาดต้ง              | ต.ท่ากว้าง อ.สารภี จ.เชียงใหม่          | 500508E; 2062624N |

- กลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT) จากพื้นที่ทำการเกษตร 11 พื้นที่

| Code | การใช้ประโยชน์ที่ดิน | สถานที่เก็บตัวอย่าง                     | GPS                |
|------|----------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| CT1  | อ้อย                 | ต.โบสถ์ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา            | 243911E 1681655N   |
| CT2  | อ้อย                 | ต.เขาพระนอน อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์       | ไม่มีข้อมูล        |
| CT3  | มันสำปะหลัง          | จ.กาฬสินธุ์                             | 306105E 1826454N   |
| CT4  | มันสำปะหลัง          | อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น                     | ไม่มีข้อมูล        |
| CT5  | มันสำปะหลัง          | อ.เนินสง่า จ.ชัยภูมิ                    | ไม่มีข้อมูล        |
| CT6  | สับปะรด              | อ.ปรางบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์            | 588987E 1366370N   |
| CT7  | สับปะรด              | อ.ท่าช้าง จ.เพชรบุรี                    | 583496E 1406235N   |
| CT8  | สับปะรด              | อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี                     | 544273E 1491856N   |
| CT9  | มันสำปะหลัง          | อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา                   | ไม่มีข้อมูล        |
| CT10 | มันสำปะหลัง          | ต.ปางมะค่า อ.ชาณุวรลักษบุรี จ.กำแพงเพชร | 0561542E, 1761735N |
| CT11 | มันสำปะหลัง          | ต.บ่อแก้ว อ.ชาณุวรลักษบุรี จ.กำแพงเพชร  | 632410E, 1833710N  |

#### ผลการวิเคราะห์ดิน และการแปลผล

โครงการย่อยนี้ เป็นการดำเนินการในการนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ทางกายภาพ และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปประมวลผล แปลผลในทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้โมเดลหรือสมการที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินรอบการให้น้ำสำหรับพืชได้ ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 6 ที่สำคัญ มีดังนี้

ตารางผนวกที่ 109 สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อละเอียด

| Code                                    | Depth<br>cm | Texture | <sup>1</sup> $\rho_b$ | <sup>2</sup> $\rho_p$ | <sup>3</sup> $\theta_w$ | <sup>4</sup> $K_{sat}$ | Class |
|-----------------------------------------|-------------|---------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------|
|                                         |             |         | g cm <sup>-3</sup>    |                       | % by wt                 | cm hr <sup>-1</sup>    |       |
| กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) |             |         |                       |                       |                         |                        |       |
| FT1                                     | 0-15        | SiCL    | 1.18                  | 2.42                  | 25.69                   | 25.01                  | VR    |
|                                         | 15-30       | SiCL    | 1.34                  | 2.34                  | 27.44                   | 0.03                   | VS    |
|                                         | 30-60       | SiCL    | 1.33                  | 2.38                  | 27.72                   | 0.04                   | VS    |
| FT2                                     | 0-15        | CL      | 1.56                  | 2.53                  | 15.30                   | 8.06                   | MR    |
|                                         | 15-30       | CL      | 1.55                  | 2.58                  | 14.87                   | 2.05                   | M     |
|                                         | 30-60       | CL      | 1.61                  | 2.52                  | 17.35                   | 0.89                   | MS    |
| FT3                                     | 0-15        | C       | 1.36                  | 2.79                  | 14.27                   | 7.53                   | MR    |
|                                         | 15-30       | C       | 1.21                  | 2.76                  | 16.97                   | 6.16                   | M     |
|                                         | 30-60       | C       | 1.20                  | 2.68                  | 17.79                   | 6.35                   | MR    |
| FT4                                     | 0-15        | C       | 1.24                  | 2.70                  | 11.57                   | 30.08                  | VR    |
|                                         | 15-30       | C       | 1.30                  | 2.57                  | 13.33                   | 6.62                   | MR    |
|                                         | 30-60       | C       | 1.25                  | 2.60                  | 14.06                   | 13.60                  | R     |
| FT5                                     | 0-15        | CL      | 1.30                  | 2.57                  | 14.70                   | 23.24                  | R     |
|                                         | 15-30       | CL      | 1.42                  | 2.51                  | 19.99                   | 41.62                  | VR    |
|                                         | 30-60       | CL      | 1.42                  | 2.47                  | 21.43                   | 0.12                   | VS    |
| FT6                                     | 0-15        | CL      | 1.31                  | 2.53                  | 17.72                   | 39.52                  | VR    |
|                                         | 15-30       | CL      | 1.44                  | 2.62                  | 20.69                   | 29.03                  | VR    |
|                                         | 30-60       | C       | 1.43                  | 2.51                  | 21.34                   | 13.45                  | R     |
| FT7                                     | 0-15        | SiCL    | 1.37                  | 2.54                  | 18.10                   | 4.42                   | M     |
|                                         | 15-30       | SiCL    | 1.37                  | 2.57                  | 20.46                   | 0.58                   | MS    |
|                                         | 30-60       | SiCL    | 1.37                  | 2.50                  | 21.50                   | 1.01                   | MS    |
| FT8                                     | 0-15        | SiCL    | 1.42                  | 2.48                  | 18.45                   | 0.82                   | MS    |
|                                         | 15-30       | SiCL    | 1.42                  | 2.57                  | 15.67                   | 0.46                   | S     |
|                                         | 30-60       | SiCL    | 1.40                  | 2.48                  | 15.35                   | 0.20                   | S     |
| FT9                                     | 0-15        | SiC     | 1.05                  | 2.30                  | 27.30                   | 44.42                  | VR    |
|                                         | 15-30       | SiC     | 1.27                  | 2.33                  | 22.89                   | 0.65                   | MS    |
|                                         | 30-60       | SiC     | 1.40                  | 2.31                  | 21.07                   | 0.75                   | MS    |
| FT10                                    | 0-15        | SiCL    | 1.25                  | 2.52                  | 34.03                   | 0.85                   | MS    |
|                                         | 15-30       | SiCL    | 1.38                  | 2.53                  | 26.48                   | 1.71                   | MS    |
|                                         | 30-60       | SiCL    | 1.45                  | 2.57                  | 26.74                   | 0.20                   | S     |
| FT11                                    | 0-15        | C       | 1.15                  | 2.57                  | 30.16                   | 63.28                  | VR    |
|                                         | 15-30       | C       | 1.18                  | 2.54                  | 30.72                   | 2.73                   | M     |
|                                         | 30-60       | C       | 1.16                  | 2.55                  | 30.89                   | 1.17                   | MS    |

ตารางผนวกที่ 110 สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อละเอียด(ต่อ)

| Code                                                 | Depth<br>cm | Texture | <sup>1</sup> $\rho_b$<br>g cm <sup>-3</sup> | <sup>2</sup> $\rho_p$ | <sup>3</sup> $\theta_w$<br>% by wt | <sup>4</sup> $K_{sat}$<br>cm hr <sup>-1</sup> | Class |
|------------------------------------------------------|-------------|---------|---------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|
| <i>กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) (ต่อ)</i> |             |         |                                             |                       |                                    |                                               |       |
| FT12                                                 | 0-15        | CL      | 1.19                                        | 2.58                  | 20.55                              | 20.90                                         | R     |
|                                                      | 15-30       | C       | 1.37                                        | 2.55                  | 24.68                              | 1.34                                          | MS    |
|                                                      | 30-60       | C       | 1.39                                        | 2.55                  | 25.62                              | 4.90                                          | M     |
| FT13                                                 | 0-15        | L       | 1.44                                        | 2.58                  | 26.14                              | 11.75                                         | MR    |
|                                                      | 15-30       | CL      | 1.37                                        | 2.56                  | 25.83                              | 0.68                                          | MS    |
|                                                      | 30-60       | CL      | 1.48                                        | 2.62                  | 24.08                              | 0.07                                          | VS    |
| FT14                                                 | 0-15        | C       | 1.17                                        | 2.45                  | 30.48                              | 41.35                                         | VR    |
|                                                      | 15-30       | C       | 1.19                                        | 2.42                  | 34.25                              | 9.74                                          | MR    |
|                                                      | 30-60       | C       | 1.17                                        | 2.41                  | 37.16                              | 0.76                                          | MS    |
| FT15                                                 | 0-15        | C       | 1.09                                        | 2.43                  | 25.72                              | 53.67                                         | VR    |
|                                                      | 15-30       | C       | 1.24                                        | 2.49                  | 29.19                              | 4.53                                          | M     |
|                                                      | 30-60       | C       | 1.22                                        | 2.42                  | 31.68                              | 0.17                                          | S     |
| FT16                                                 | 0-15        | CL      | 1.37                                        | 2.46                  | 25.01                              | 12.24                                         | MR    |
|                                                      | 15-30       | CL      | 1.41                                        | 2.41                  | 27.55                              | 5.83                                          | M     |
|                                                      | 30-60       | SiCL    | 1.47                                        | 2.45                  | 22.44                              | 6.58                                          | MR    |

<sup>1</sup> $\rho_b$  = Bulk Density; <sup>2</sup> $\rho_p$  = Particle Density; <sup>3</sup> $\theta_w$  = Soil Water Content by Weight; <sup>4</sup> $K_{sat}$  = Saturated Hydraulic Conductivity

**ตารางผนวกที่ 111** ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC)  
 ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพ  
 ของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อละเอียด

| Code                                          | Depth | <sup>1</sup> FC <sub>1/3bar</sub> | <sup>2</sup> PWP <sub>15bar</sub> | <sup>3</sup> AWC | <sup>4</sup> TP | <sup>5</sup> AFP | Soil Physical |
|-----------------------------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|---------------|
|                                               | cm    | ← % by Vol                        |                                   |                  | →               |                  | Fertility     |
| กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) (ต่อ) |       |                                   |                                   |                  |                 |                  |               |
| FT1                                           | 0-15  | 33                                | 26                                | 7                | 55              | 22               | Very Poor     |
|                                               | 15-30 | 40                                | 32                                | 7                | 49              | 10               | Very Poor     |
|                                               | 30-60 | 39                                | 32                                | 7                | 49              | 10               | Very Poor     |
| FT2                                           | 0-15  | 29                                | 21                                | 8                | 41              | 11               | Very Poor     |
|                                               | 15-30 | 30                                | 22                                | 9                | 41              | 11               | Very Poor     |
|                                               | 30-60 | 33                                | 24                                | 9                | 39              | 6                | Very Poor     |
| FT3                                           | 0-15  | 33                                | 22                                | 11               | 48              | 16               | Very Poor     |
|                                               | 15-30 | 27                                | 21                                | 6                | 54              | 27               | out of range  |
|                                               | 30-60 | 27                                | 21                                | 6                | 55              | 27               | out of range  |
| FT4                                           | 0-15  | 27                                | 20                                | 7                | 53              | 26               | out of range  |
|                                               | 15-30 | 30                                | 22                                | 8                | 51              | 21               | Very Poor     |
|                                               | 30-60 | 28                                | 21                                | 7                | 53              | 25               | Very Poor     |
| FT5                                           | 0-15  | 36                                | 24                                | 12               | 51              | 15               | Very Poor     |
|                                               | 15-30 | 36                                | 26                                | 10               | 46              | 10               | Very Poor     |
|                                               | 30-60 | 39                                | 29                                | 10               | 46              | 7                | Very Poor     |
| FT6                                           | 0-15  | 29                                | 22                                | 6                | 50              | 21               | Very Poor     |
|                                               | 15-30 | 32                                | 26                                | 6                | 45              | 13               | Very Poor     |
|                                               | 30-60 | 35                                | 28                                | 7                | 46              | 11               | Very Poor     |

ตารางผนวกที่ 112 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อละเอียด(ต่อ)

| Code                                                 | Depth<br>cm | <sup>1</sup> FC <sub>1/3bar</sub> | <sup>2</sup> PWP <sub>15bar</sub> | <sup>3</sup> AWC<br>% by Vol | <sup>4</sup> TP | <sup>5</sup> AFP | Soil Physical<br>Fertility |
|------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| <i>กลุ่มดินเนื้อละเอียด (Fine Texture, FT) (ต่อ)</i> |             |                                   |                                   |                              |                 |                  |                            |
| FT7                                                  | 0-15        | 40                                | 25                                | 15                           | 48              | 8                | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 41                                | 27                                | 14                           | 48              | 7                | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 39                                | 25                                | 13                           | 48              | 9                | Very Poor                  |
| FT8                                                  | 0-15        | 37                                | 20                                | 16                           | 46              | 10               | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 37                                | 22                                | 15                           | 46              | 9                | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 37                                | 24                                | 13                           | 47              | 10               | Very Poor                  |
| FT9                                                  | 0-15        | 36                                | 22                                | 14                           | 59              | 23               | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 44                                | 34                                | 10                           | 52              | 8                | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 48                                | 38                                | 10                           | 47              | -1               | out of range               |
| FT10                                                 | 0-15        | 45                                | 18                                | 27                           | 52              | 7                | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 34                                | 20                                | 14                           | 47              | 13               | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 36                                | 23                                | 13                           | 45              | 9                | Very Poor                  |
| FT11                                                 | 0-15        | 32                                | 26                                | 6                            | 56              | 24               | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 37                                | 29                                | 8                            | 55              | 18               | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 37                                | 29                                | 8                            | 56              | 19               | Very Poor                  |
| FT12                                                 | 0-15        | 30                                | 19                                | 11                           | 55              | 25               | out of range               |
|                                                      | 15-30       | 38                                | 26                                | 12                           | 48              | 10               | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 40                                | 28                                | 12                           | 47              | 7                | Very Poor                  |
| FT13                                                 | 0-15        | 39                                | 24                                | 15                           | 45              | 7                | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 38                                | 24                                | 14                           | 48              | 10               | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 40                                | 25                                | 15                           | 44              | 4                | Very Poor                  |
| FT14                                                 | 0-15        | 37                                | 29                                | 8                            | 55              | 19               | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 42                                | 31                                | 11                           | 55              | 13               | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 47                                | 35                                | 13                           | 56              | 8                | Very Poor                  |
| FT15                                                 | 0-15        | 30                                | 19                                | 11                           | 58              | 28               | out of range               |
|                                                      | 15-30       | 38                                | 25                                | 13                           | 53              | 15               | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 41                                | 27                                | 14                           | 53              | 13               | Very Poor                  |
| FT16                                                 | 0-15        | 36                                | 21                                | 15                           | 48              | 12               | Very Poor                  |
|                                                      | 15-30       | 39                                | 26                                | 13                           | 46              | 7                | Very Poor                  |
|                                                      | 30-60       | 39                                | 26                                | 12                           | 44              | 6                | Very Poor                  |

<sup>1</sup>FC<sub>1/3bar</sub> = Field Moisture Capacity; <sup>2</sup>PWP<sub>15bar</sub> = Permanent Wilting Point; <sup>3</sup>AWC = Available Water Capacity;

<sup>4</sup>TP = Total Porosity of Soil (approximately equal to the saturated water content of the soil, neglecting air entrapment); <sup>5</sup>AFP = Air-filled Porosity (at field capacity) (AFP = TP – FC)

ตารางผนวกที่ 113 สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง

| Code                                             | Depth | Texture | <sup>1</sup> ρ <sub>b</sub> | <sup>2</sup> ρ <sub>p</sub> | <sup>3</sup> θ <sub>w</sub> | <sup>4</sup> K <sub>sat</sub> |                     |
|--------------------------------------------------|-------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|
|                                                  | cm    |         | g cm <sup>-3</sup>          |                             |                             | % by wt                       | cm hr <sup>-1</sup> |
| <i>กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT)</i> |       |         |                             |                             |                             |                               |                     |
| MT1                                              | 0-15  | L       | 1.50                        | 2.58                        | 4.85                        | 2.11                          | M                   |
|                                                  | 15-30 | L       | 1.60                        | 2.63                        | 5.21                        | 0.82                          | MS                  |
|                                                  | 30-60 | L       | 1.58                        | 2.71                        | 5.36                        | 0.90                          | MS                  |
| MT2                                              | 0-15  | SiL     | 1.35                        | 2.48                        | 13.22                       | 1.04                          | MS                  |
|                                                  | 15-30 | SiL     | 1.54                        | 2.51                        | 15.13                       | 0.30                          | S                   |
|                                                  | 30-60 | SiL     | 1.57                        | 2.51                        | 13.07                       | 0.73                          | MS                  |
| MT3                                              | 0-15  | SiL     | 1.48                        | 2.67                        | 12.93                       | 0.94                          | MS                  |
|                                                  | 15-30 | SiL     | 1.75                        | 2.63                        | 10.44                       | 0.05                          | VS                  |
|                                                  | 30-60 | SiL     | 1.64                        | 2.59                        | 9.03                        | 0.08                          | VS                  |
| MT4                                              | 0-15  | L       | 1.55                        | 2.63                        | 16.06                       | 0.77                          | MS                  |
|                                                  | 15-30 | L       | 1.85                        | 2.69                        | 11.96                       | 0.03                          | VS                  |
|                                                  | 30-60 | SiL     | 1.69                        | 2.67                        | 12.19                       | 0.03                          | VS                  |
| MT5                                              | 0-15  | L       | 1.41                        | 2.59                        | 7.00                        | 1.42                          | MS                  |
|                                                  | 15-30 | L       | 1.52                        | 2.60                        | 7.36                        | 0.55                          | MS                  |
|                                                  | 30-60 | L       | 1.52                        | 2.69                        | 5.46                        | 0.42                          | S                   |
| MT6                                              | 0-15  | SiL     | 1.24                        | 2.58                        | 11.55                       | 2.15                          | M                   |
|                                                  | 15-30 | SiL     | 1.25                        | 2.59                        | 14.05                       | 1.41                          | MS                  |
|                                                  | 30-60 | SiL     | 1.32                        | 2.56                        | 13.32                       | 1.01                          | MS                  |
| MT7                                              | 0-15  | L       | 1.42                        | 2.41                        | 22.50                       | 7.90                          | MR                  |
|                                                  | 15-30 | L       | 1.46                        | 2.50                        | 20.25                       | 6.85                          | MR                  |
|                                                  | 30-60 | L       | 1.40                        | 2.39                        | 25.40                       | 5.63                          | M                   |

<sup>1</sup> $\rho_b$  = Bulk Density; <sup>2</sup> $\rho_p$  = Particle Density; <sup>3</sup> $\theta_w$  = Soil Water Content by Weight; <sup>4</sup> $K_{sat}$  = Saturated Hydraulic Conductivity

**ตารางผนวกที่ 114** ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง

| Code                                             | Depth<br>cm | <sup>1</sup> FC <sub>1/3bar</sub> | <sup>2</sup> PWP <sub>15bar</sub> | <sup>3</sup> AWC | <sup>4</sup> TP | <sup>5</sup> AFP | Soil Physical<br>Fertility |
|--------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| ← % by volume →                                  |             |                                   |                                   |                  |                 |                  |                            |
| <u>กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT)</u> |             |                                   |                                   |                  |                 |                  |                            |
| MT1                                              | 0-15        | 20                                | 11                                | 9                | 43              | 23               | Very Poor                  |
|                                                  | 15-30       | 20                                | 12                                | 8                | 39              | 19               | Very Poor                  |
|                                                  | 30-60       | 27                                | 14                                | 13               | 40              | 13               | Very Poor                  |
| MT2                                              | 0-15        | 27                                | 13                                | 14               | 49              | 22               | Very Poor                  |
|                                                  | 15-30       | 32                                | 18                                | 14               | 42              | 10               | Very Poor                  |
|                                                  | 30-60       | 35                                | 20                                | 15               | 40              | 5                | Very Poor                  |
| MT3                                              | 0-15        | 26                                | 7                                 | 19               | 44              | 18               | Very Poor                  |
|                                                  | 15-30       | 25                                | 9                                 | 16               | 34              | 9                | Very Poor                  |
|                                                  | 30-60       | 26                                | 10                                | 17               | 38              | 12               | Very Poor                  |
| MT4                                              | 0-15        | 26                                | 8                                 | 18               | 41              | 15               | Very Poor                  |
|                                                  | 15-30       | 23                                | 10                                | 13               | 30              | 6                | Very Poor                  |
|                                                  | 30-60       | 25                                | 12                                | 13               | 36              | 11               | Very Poor                  |
| MT5                                              | 0-15        | 22                                | 6                                 | 16               | 46              | 25               | Poor                       |
|                                                  | 15-30       | 22                                | 7                                 | 15               | 42              | 20               | Very Poor                  |
|                                                  | 30-60       | 20                                | 7                                 | 13               | 42              | 22               | Very Poor                  |

**ตารางผนวกที่ 115** ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง(ต่อ)

| Code                                                   | Depth<br>cm | <sup>1</sup> FC <sub>1/3bar</sub> | <sup>2</sup> PWP <sub>15bar</sub> | <sup>3</sup> AWC | <sup>4</sup> TP | <sup>5</sup> AFP | Soil Physical<br>Fertility |
|--------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| ← % by volume →                                        |             |                                   |                                   |                  |                 |                  |                            |
| <u>กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (Medium Texture, MT) (ต่อ)</u> |             |                                   |                                   |                  |                 |                  |                            |
| MT6                                                    | 0-15        | 27                                | 13                                | 13               | 53              | 26               | out of range               |
|                                                        | 15-30       | 28                                | 14                                | 14               | 53              | 25               | Very Poor                  |
|                                                        | 30-60       | 28                                | 14                                | 14               | 50              | 22               | Very Poor                  |
| MT7                                                    | 0-15        | 29                                | 15                                | 14               | 46              | 17               | Very Poor                  |
|                                                        | 15-30       | 33                                | 17                                | 15               | 44              | 12               | Very Poor                  |
|                                                        | 30-60       | 34                                | 17                                | 17               | 47              | 13               | Very Poor                  |

<sup>1</sup>FC<sub>1/3bar</sub> = Field Moisture Capacity; <sup>2</sup>PWP<sub>15bar</sub> = Permanent Wilting Point; <sup>3</sup>AWC = Available Water Capacity; <sup>4</sup>TP = Total Porosity of Soil (approximately equal to the saturated water content of the soil, neglecting air entrapment); <sup>5</sup>AFP = Air-filled Porosity (at field capacity)

ตารางผนวกที่ 116 สมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดินในกลุ่มดินเนื้อหยาบ

| Code                                   | Depth | Texture | <sup>1</sup> $\rho_b$ | <sup>2</sup> $\rho_p$ | <sup>3</sup> $\theta_w$ | <sup>4</sup> $K_{sat}$ |                     |
|----------------------------------------|-------|---------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
|                                        | cm    |         | g cm <sup>-3</sup>    |                       |                         | % by wt                | cm hr <sup>-1</sup> |
| กลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT) |       |         |                       |                       |                         |                        |                     |
| CT1                                    | 0-15  | LS      | 1.56                  | 2.57                  | 14.18                   | 3.14                   | M                   |
|                                        | 15-30 | LS      | 1.61                  | 2.60                  | 12.01                   | 1.97                   | MS                  |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.79                  | 2.54                  | 9.64                    | 0.46                   | S                   |
| CT2                                    | 0-15  | LS      | 1.43                  | 2.78                  | 2.69                    | 11.63                  | MR                  |
|                                        | 15-30 | LS      | 1.54                  | 2.63                  | 4.96                    | 9.26                   | MR                  |
|                                        | 30-60 | LS      | 1.60                  | 2.55                  | 4.95                    | 3.53                   | M                   |
| CT3                                    | 0-15  | LS      | 1.54                  | 2.59                  | 1.09                    | 5.66                   | M                   |
|                                        | 15-30 | SL      | 1.55                  | 2.70                  | 3.51                    | 4.41                   | M                   |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.55                  | 2.56                  | 4.79                    | 8.15                   | MR                  |
| CT4                                    | 0-15  | S       | 1.38                  | 2.63                  | 5.39                    | 10.56                  | MR                  |
|                                        | 15-30 | LS      | 1.52                  | 2.51                  | 9.73                    | 3.24                   | M                   |
|                                        | 30-60 | LS      | 1.57                  | 2.53                  | 11.60                   | 2.07                   | M                   |
| CT5                                    | 0-15  | SL      | 1.46                  | 2.93                  | 3.79                    | 8.32                   | MR                  |
|                                        | 15-30 | LS      | 1.62                  | 2.78                  | 6.54                    | 1.74                   | MS                  |
|                                        | 30-60 | LS      | 1.70                  | 2.69                  | 8.31                    | 1.58                   | MS                  |
| CT6                                    | 0-15  | SL      | 1.44                  | 2.62                  | 11.38                   | 13.42                  | R                   |
|                                        | 15-30 | SL      | 1.44                  | 2.63                  | 10.65                   | 11.06                  | MR                  |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.59                  | 2.62                  | 11.96                   | 4.75                   | M                   |
| CT7                                    | 0-15  | SL      | 1.31                  | 2.64                  | 3.91                    | 13.42                  | R                   |
|                                        | 15-30 | SL      | 1.61                  | 2.58                  | 8.45                    | 11.06                  | MR                  |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.62                  | 2.56                  | 11.58                   | 4.75                   | M                   |
| CT8                                    | 0-15  | LS      | 1.34                  | 2.56                  | 11.38                   | 18.04                  | R                   |
|                                        | 15-30 | LS      | 1.35                  | 2.59                  | 10.65                   | 19.23                  | R                   |
|                                        | 30-60 | LS      | 1.43                  | 2.52                  | 11.96                   | 10.11                  | MR                  |
| CT9                                    | 0-15  | LS      | 1.54                  | 2.77                  | 0.90                    | 5.21                   | M                   |
|                                        | 15-30 | SL      | 1.65                  | 2.72                  | 4.12                    | 4.31                   | M                   |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.66                  | 2.71                  | 6.05                    | 3.46                   | M                   |
| CT10                                   | 0-15  | SL      | 1.60                  | 2.79                  | 6.61                    | 2.83                   | M                   |
|                                        | 15-30 | L       | 1.72                  | 2.69                  | 9.24                    | 6.53                   | MR                  |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.81                  | 2.71                  | 7.62                    | 12.32                  | MR                  |
| CT11                                   | 0-15  | SL      | 1.43                  | 2.65                  | 2.69                    | 11.03                  | MR                  |
|                                        | 15-30 | SL      | 1.56                  | 2.60                  | 6.64                    | 4.69                   | M                   |
|                                        | 30-60 | SL      | 1.61                  | 2.59                  | 6.02                    | 2.43                   | M                   |

<sup>1</sup> $\rho_b$  = Bulk Density; <sup>2</sup> $\rho_p$  = Particle Density; <sup>3</sup> $\theta_w$  = Soil Water Content by Weight; <sup>4</sup> $K_{sat}$  = Saturated Hydraulic Conductivity

ตารางผนวกที่ 117 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อหยาบ

| Code                                          | Depth<br>cm | <sup>1</sup> FC <sub>1/10bar</sub> | <sup>2</sup> PWP <sub>15bar</sub> | <sup>3</sup> AWC | <sup>4</sup> TP | <sup>5</sup> AFP | Soil Physical<br>Fertility |
|-----------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| ← % by volume →                               |             |                                    |                                   |                  |                 |                  |                            |
| <u>กลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT)</u> |             |                                    |                                   |                  |                 |                  |                            |
| CT1                                           | 0-15        | 19                                 | 5                                 | 15               | 41              | 21               | Very Poor                  |
|                                               | 15-30       | 16                                 | 5                                 | 11               | 39              | 23               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 17                                 | 9                                 | 9                | 32              | 15               | Very Poor                  |
| CT2                                           | 0-15        | 16                                 | 2                                 | 14               | 46              | 30               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 15                                 | 2                                 | 13               | 42              | 26               | out of range               |
|                                               | 30-60       | 18                                 | 3                                 | 14               | 39              | 21               | Very Poor                  |
| CT3                                           | 0-15        | 16                                 | 2                                 | 14               | 41              | 25               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 20                                 | 5                                 | 15               | 41              | 21               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 18                                 | 7                                 | 12               | 41              | 23               | Very Poor                  |
| CT4                                           | 0-15        | 13                                 | 2                                 | 11               | 48              | 34               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 15                                 | 2                                 | 14               | 42              | 27               | out of range               |
|                                               | 30-60       | 16                                 | 2                                 | 14               | 40              | 24               | Poor                       |
| CT5                                           | 0-15        | 13                                 | 2                                 | 11               | 45              | 32               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 17                                 | 4                                 | 13               | 38              | 21               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 19                                 | 7                                 | 12               | 35              | 17               | Very Poor                  |
| CT6                                           | 0-15        | 22                                 | 10                                | 12               | 45              | 24               | Very Poor                  |
|                                               | 15-30       | 21                                 | 10                                | 11               | 45              | 24               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 21                                 | 11                                | 10               | 40              | 19               | Very Poor                  |
| CT7                                           | 0-15        | 23                                 | 7                                 | 16               | 50              | 27               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 22                                 | 10                                | 12               | 39              | 17               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 23                                 | 11                                | 12               | 39              | 15               | Very Poor                  |
| CT8                                           | 0-15        | 15                                 | 4                                 | 11               | 49              | 34               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 15                                 | 4                                 | 11               | 49              | 34               | out of range               |
|                                               | 30-60       | 14                                 | 4                                 | 10               | 46              | 32               | out of range               |
| CT9                                           | 0-15        | 18                                 | 3                                 | 15               | 41              | 24               | Very Poor                  |
|                                               | 15-30       | 17                                 | 5                                 | 12               | 37              | 20               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 18                                 | 7                                 | 11               | 37              | 19               | Very Poor                  |

ตารางผนวกที่ 118 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil Water Holding Capacity, WHC) ความพรุนของดิน (Soil Porosity) และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ทางกายภาพของดิน (Soil Physical Fertility) กลุ่มดินเนื้อหยาบ(ต่อ)

| Code                                          | Depth<br>cm | <sup>1</sup> FC <sub>1/10bar</sub> | <sup>2</sup> PWP <sub>15bar</sub> | <sup>3</sup> AWC | <sup>4</sup> TP | <sup>5</sup> AFP | Soil Physical<br>Fertility |
|-----------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| ←————— % by volume —————→                     |             |                                    |                                   |                  |                 |                  |                            |
| <u>กลุ่มดินเนื้อหยาบ (Coarse Texture, CT)</u> |             |                                    |                                   |                  |                 |                  |                            |
| CT10                                          | 0-15        | 17                                 | 8                                 | 9                | 39              | 22               | Very Poor                  |
|                                               | 15-30       | 24                                 | 16                                | 9                | 35              | 10               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 24                                 | 16                                | 7                | 31              | 8                | Very Poor                  |
| CT11                                          | 0-15        | 18                                 | 3                                 | 16               | 46              | 27               | out of range               |
|                                               | 15-30       | 22                                 | 6                                 | 16               | 41              | 19               | Very Poor                  |
|                                               | 30-60       | 21                                 | 6                                 | 15               | 39              | 17               | Very Poor                  |

<sup>1</sup>FC<sub>1/10bar</sub> = Field Moisture Capacity; <sup>2</sup>PWP<sub>15bar</sub> = Permanent Wilting Point; <sup>3</sup>AWC = Available Water Capacity; <sup>4</sup>TP = Total Porosity of Soil (approximately equal to the saturated water content of the soil, neglecting air entrapment); <sup>5</sup>AFP = Air-filled Porosity (at field capacity)

## โครงการวิจัยย่อยที่ 8

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010010 007 102 01 11

|              |                                                |                     |
|--------------|------------------------------------------------|---------------------|
| ชื่อโครงการ  | การศึกษาการจัดการน้ำระดับไรนา ในพืชไร่เศรษฐกิจ |                     |
| ผู้ดำเนินการ | นายกฤติโสภณ ดวงกลม                             | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นางสาวสุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์                    | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายรัตนชาติ ช่วยบุตรดา                         | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถพันธ์ ศรีสุขโอฬาร                       | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถนพ พุทธิโส                              | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอัยยะ พินจงสกุลดิษฐ์                        | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการน้ำระดับไรนาในพืชไร่เศรษฐกิจ กรณีศึกษาการให้น้ำในการผลิตข้าวโพดหวานที่เหมาะสมในดินเหนียว เป็นการศึกษาการให้น้ำอย่างเหมาะสมในการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริด 3 บนชุดดินดินวังสะพุงที่เป็นดินลิกมาก ที่ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน อำเภอปากช่อง ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน 2557 โดยวางแผนการทดลองแบบ split Plot in RCBD มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือ ระดับการให้น้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 1) ให้น้ำช่วงความชื้นดินที่ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ AWC 2) ให้น้ำช่วงความชื้นดินที่ลดลง 60 เปอร์เซ็นต์ AWC 3) ให้น้ำช่วงความชื้นดินที่ลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ AWC ปัจจัยรองเป็นอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 อัตรา คือ 1) ตามคำแนะนำ 2) 1.25 เท่าของคำแนะนำ 3) 0.75 เท่าของคำแนะนำ และ 4) 0.50 เท่าของ จากผลการทดลองพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการให้น้ำกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในลักษณะของความสูง น้ำหนักต้นส่วนเหนือดิน น้ำหนักฝัก จำนวนฝัก และความหวาน อิทธิพลของระดับการให้น้ำ พบว่าโดยระดับการให้น้ำ 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ของ AWC ให้ค่าความสูงต้นสูงสุด เท่ากับ 107.8 และ 109.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ฝักเฉลี่ยสูงสุด 1,768.2 และ 1,702.2 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ น้ำหนักต้นส่วนเหนือดิน มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 1,450.7 – 2,703.7 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฝักเฉลี่ยสูงสุด 1,817.9 กิโลกรัมต่อไร่ หากมีการปล่อยให้ข้าวโพดมีการขาดน้ำจนความชื้นที่เป็นประโยชน์ของพืชลดลงถึง 80 เปอร์เซ็นต์นั้น จะทำให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตผลผลิตมีความเสียหายทั้งน้ำหนักและคุณภาพอย่างชัดเจน และพบว่า การขาดน้ำนั้นทำให้ผลผลิตเหลือเพียง 1,249.3 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นการให้น้ำอย่างเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดหวานในพื้นที่ดินเหนียว ดินวังสะพุงที่เป็นดินลิกมาก ควรรักษาระดับความชื้นของดินไม่ให้ลดลงเกิน 40-60 เปอร์เซ็นต์ AWC เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและปริมาณน้ำในการให้แต่ละครั้ง แต่ยังคงสามารถรักษาผลผลิตไว้ได้ โดยความถี่ของการให้น้ำประมาณ 2-3 วันต่อครั้ง โดยเฉลี่ยครั้งละประมาณ 15,872-23,328 ลิตรต่อไร่ และการใช้ปุ๋ย 1 และ 1.25 เท่าตามคำแนะนำไนโตรเจนมีทิศทางที่ดีที่สุด

### Abstract

The water management in farming production for economic crops. The objective is to study suitable of irrigation rate for sweet corn in clay soil. The experiment plot located at Land Development Research and Technology Transfer Division, Park Chong District, Nakhonratchasima Province, Thailand since February - March 2014 in Wang Saphung Soil series. The study used Hybrid3 corn variety. The experimental design was split plot in RCBD 3 replication 3 mainplots and 4 subplots. The main plot factor was irrigation rate such as apply water when the soil water content depletes to 40, 60 and 80 % AWC, respectively. The subplots were Nitrogen fertilizer rate such as apply fertilizer rate 1, 1.5, 0.75 and 0.5 times according to the suggestion of soil analysis, respectively.

The results of this research found that the interaction between irrigation rate and nitrogen fertilizer rate of the characteristics of plant height, above ground biomass, ear of corn weight and ear number of corns weren't significant. The effect of irrigation rate was significant for the characteristics of plant height, above ground biomass and ear of corn weight, but the number ear of corn wasn't significant. The plant heights at 30 DAP was 93.8 - 109.3 cm. The highest of corn heights was the irrigation rate 60 % AWC, 40 % AWC and 80%AWC, respectively. And, the ear of corn weight 40%AWC had the highest value 1768.2 kg/rai and 1702.2, 1249.3 kg/rai at 60 and 80 %AWC, respectively. The effect of nitrogen fertilizer rate was significant for the characteristics of plant heights and ear of corn weight, but above ground biomass and ear number of corns wasn't significant. The nitrogen fertilizer rate 1.25 times according to the suggestion of soil analysis had a highest ear of corn weight as 1,817.9 kg/rai but to consider interaction between corn weights at nitrogen fertilizer rate 1.25 times vs each irrigation rate show that corn growth were stopped and quality of corn were decreased when the soil water content deplete to 80% AWC and yields

So, the suitability of irrigation rate for sweet corn on Wang Saphung Soil series was during 40 - 60 % AWC, 2-3 day per time and 15,872-23,328 liter per rai. And, used the nitrogen fertilizer rate 1 and 1.25 times according to the suggestion of soil analysis

**วัตถุประสงค์** เพื่อทดสอบการจัดการน้ำระดับไร่นา โดยอาศัยคำแนะนำจากแบบจำลองการปลูกพืช ประกอบกับการตรวจวัดน้ำฝนอย่างง่าย ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้น้ำอย่างประหยัดและคุ้มค่า

**อุปกรณ์** หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้รายงานไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. ข้อมูลแผนที่และข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ แผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีโธซีเชิงเลข (ortho photos) มาตราส่วน 1:4,000 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) แผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร, 2542) แผนที่กลุ่มชุดดิน (soil group map) มาตราส่วน 1:25,000 (กองสำรวจดิน, 2553) ข้อมูลด้านอุทกนิยมนิเวศวิทยา ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดลพบุรี

2. อุปกรณ์ตรวจสอบและเก็บข้อมูลดิน ได้แก่ เครื่องรับสัญญาณระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning systems: GPS), สว่านเจาะดิน (soil auger), สมุดเทียบสีดิน (munsell soil color chart), น้ำยาวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH test kit), ค้อนยางตอกดิน (rubber hammer), พลั่วตักดิน-ขุดดิน (spades), สมุดบันทึก (field book) และ กล้องถ่ายรูป (camera) เป็นต้น

3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและวัสดุศึกษา ได้แก่ ถุงเก็บตัวอย่างดิน (sample bags) เชือกฟาง กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ปุ๋ยสูตรสำเร็จ 15-15-15 ปุ๋ยคอก สารกำจัดวัชพืช วัชพืชและแมลงศัตรูพืช อุปกรณ์การให้น้ำแบบระบบน้ำหยด และ เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

4. โปรแกรม และซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น ArcGIS โปรแกรม Microsoft office โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (statistical analysis) ได้แก่ Statistix version 8.0

### วิธีการ

การศึกษาการจัดการน้ำระดับไร่นา ในพืชไร่เศรษฐกิจ อยู่ภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณ สถานที่จึงมีรอบการศึกษาในพืชไร่ 3 ชนิด จำนวนแปลงทดลอง 6 แปลง ซึ่งจัดทำโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและคณะ ภายใต้ข้อกำหนดของแผนงานวิจัยที่ให้ครอบคลุมดินที่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงแร่ที่แตกต่างกันเท่าที่เป็นไปได้ การเลือกพื้นที่และชนิดพืชปลูกให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย รวมถึงแผนการทดลองและการทดลองซ้ำในแต่ละแปลง อยู่ภายใต้ดุลพินิจของหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินการภายใต้ข้อจำกัด โดยมีแนวทางดำเนินการโดยสังเขป ดังนี้

1. กำหนดแปลงทดลองใน 3 กลุ่มเนื้อดิน คือ ดินเหนียวสีดำ ดินเหนียวสีแดง ดินร่วนหยาบ
2. ทำการศึกษาลักษณะของดินเบื้องต้น โดยการสำรวจดินด้วยสว่านเจาะดินลึก 2 เมตร สำหรับศึกษาลักษณะสมบัติดินบางประการ บันทึกลักษณะและสมบัติของดินแปลงทดลองเบื้องต้น และเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี
3. ทำการเก็บตัวอย่างดิน ด้วยระบบการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้หลุมหน้าตัดดินขนาดเล็ก (mini pit) แบบประณีต เพื่อเก็บตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเคมี และกายภาพ รวมถึงการวิเคราะห์หาเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดินด้วย
4. เมื่อได้ผลการวิเคราะห์แล้ว ร่วมกับคณะวิจัยโครงการที่ 1 (การประเมินการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช) และคณะวิจัยโครงการที่ 9 (การประเมินรอบการให้น้ำระดับไร่นา โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของดิน) ใช้แบบจำลองการปลูกพืชประเมินหาคำแนะนำการจัดการน้ำที่เหมาะสม เพื่อกำหนดเป็นตำรับการทดลอง

5. การวางแผนการทดลอง และดำเนินการทำแปลงทดลอง

6. การเพาะปลูกข้าวโพดหวาน ดำเนินการโดยการเตรียมแปลงย่อยขนาด  $4.5 \times 6.0$  เมตร จำนวน 72 แปลงย่อย โดยตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทำการไถรองพื้นก่อนปลูก ส่วนตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะทำการแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือรองพื้นก่อนปลูกและเมื่ออายุได้ 30 วัน โดยใส่สองข้างของแถวปลูกพร้อมพรวนดินกลบ ติดตั้งระบบน้ำหยด แล้วทำการปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริดส์ 3 จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม ซึ่งใช้ระยะปลูก  $0.75 \times 0.25$  เมตร ปล่อยให้ต้นข้าวโพดโตประมาณ 10 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ให้น้ำตามกรรมวิธี

7. การเก็บข้อมูลแปลงวิจัยข้าวโพด วัดความสูงต้นเมื่อข้าวโพดอายุ 30 และ 60 วัน หลังหยอดเมล็ด ทำการเก็บเกี่ยวฝักข้าวโพดที่อายุประมาณ 73 วัน โดยบันทึกน้ำหนักผลผลิตฝัก จำนวนฝัก เส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวของฝักทั้งเปลือกและปอกเปลือก น้ำหนักต้นส่วนเหนือดิน

8. อ้อย ทำการเตรียมแปลงโดยแบ่งพื้นที่ทำแปลงย่อยขนาด  $6 \times 10$  ตารางเมตร จำนวน 24 แปลงย่อย ทำการไถเตรียมแปลง จากนั้นทำการยกร่อง เพื่อจัดวางระบบน้ำหยดและปลูกอ้อย โดยในแต่ละแปลงย่อย ปลูกอ้อย 6 แถว ระยะระหว่างแถวห่างกัน 1.20 เมตร

9. การเก็บข้อมูลแปลงวิจัยอ้อย วัดความสูงต้นเมื่ออ้อยอายุ 90 และ 150 วัน วัดจำนวนกอของอ้อยที่อายุ 150 วัน และทำการวัดจำนวนต้น การแตกกอเมื่ออายุ 90 และ 150 วัน ทำการเก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 10-12 เดือน โดยบันทึก จำนวนต้น จำนวนปล้อง ความยาว น้ำหนักยอดสด น้ำหนักใบแห้ง และความหวาน

10. มันสำปะหลัง ทำการเตรียมแปลงโดยแบ่งพื้นที่ทำแปลงย่อยขนาด  $4 \times 10$  ตารางเมตร จำนวน 24 แปลงย่อย ทำการไถเตรียมแปลง จากนั้นทำการยกร่อง เพื่อจัดวางระบบน้ำหยดและปลูกอ้อย ในแต่ละบล็อกปลูกมัน 4 แถว แถวละ 10 ต้น โดยระยะปลูก คือ  $1 \times 1.20$  เมตร

11. การเก็บข้อมูลแปลงวิจัยมันสำปะหลัง วัดความสูง เส้นรอบวงของลำต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นมันสำปะหลังอายุ 30 และ 60 วัน ทำการเก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 10-12 เดือน โดยบันทึก จำนวนหัว น้ำหนักหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง

12. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อิทธิพลของแต่ละกรรมวิธีทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลอง เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลและปัจจัย และค่า Standard Error of Difference (SED) รวมถึงวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างปัจจัย และการศึกษา Regression เพื่อใช้สำหรับการอธิบายผลการทดลองและนำไปสู่การวิเคราะห์ อภิปรายผล และสรุปผลการทดลอง

#### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

การศึกษาการจัดการน้ำในสภาพแปลง ได้จัดทำแปลงทดลองจำนวน 6 แปลง ในพื้นที่ 4 แห่ง โดยวางระบบน้ำหยดในการปลูกพืชชนิดต่างๆ กัน ตามความเหมาะสมกับพื้นที่ และเป็นแนวทางเบื้องต้นในการศึกษาการจัดการน้ำเฉพาะตามลักษณะดินต่อไป ซึ่งแผนการทดลองในแต่ละดินแต่ละชนิดพืชก็จะมีแตกต่างกันไป ดังนี้

| แปลงที่ | สถานที่ดำเนินการ       | พิกัด  |         | ชุดดิน         | ชนิดพืช                |
|---------|------------------------|--------|---------|----------------|------------------------|
|         |                        | E      | N       |                |                        |
| 1       | อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา | 760468 | 1623710 | วังสะพุง (Ws)  | ข้าวโพดหวาน            |
| 2 - 3   | อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา  | 210134 | 1602562 | ปักธงชัย (Ptc) | มันสำปะหลัง<br>และอ้อย |
| 4 - 5   | อ.เมือง จ.นครราชสีมา   | 191700 | 1667214 | ห้วยแถลง (Ht)  | มันสำปะหลัง<br>และอ้อย |
| 6       | อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี   | 761085 | 1655066 | ลพบุรี (Lb)    | อ้อย                   |

แปลงที่ 1 ศึกษาการให้น้ำสำหรับข้าวโพดหวานในพื้นที่ดินเหนียวสีแดง : ดินวังสะพุงที่เป็นดินลึกมาก (Ws-vd) ในพื้นที่ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

วางแผนการทดลองแบบ split split plot in randomized complete block มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ปัจจัยหลัก (main plot) มี 3 ปัจจัย คือ การให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ต่างกัน ปัจจัยรอง (Sub Plot) 2 ปัจจัย คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และ 2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปัจจัยย่อย (Sub Sub Plot) 4 ปัจจัย คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นตามคำแนะนำดินและปุ๋ยรายแปลงที่อัตราต่างๆ แปลงย่อยขนาด 4.5 x 6.0 เมตร จำนวน 72 แปลงย่อย ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) 3 ปัจจัย ได้แก่

W1 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

W2 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 60 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

W3 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

ปัจจัยรอง (Sub plot) 2 ปัจจัย ได้แก่

M1 = ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

M2 = ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

ปัจจัยย่อย (Sub sub plot) 4 ปัจจัย ได้แก่

N1 = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 1.25 เท่าของคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

N2 = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

N3 = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 0.75 เท่าของคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

N4 = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 0.50 เท่าของคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

แปลงที่ 2 – 5 ศึกษาการให้น้ำสำหรับอ้อยและมันสำปะหลังในพื้นที่กลุ่มดินร่วนปนทราย : ชุดดินปกรังษัย (Ptc) ในพื้นที่ อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา และชุดดินห้วยแถลง (Ht) ในพื้นที่ อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา

วางแผนการทดลองแบบ split plot in randomized complete block มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ปัจจัยหลัก (Main Plot) มี 2 ปัจจัย คือ การให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ต่างกัน ปัจจัยรอง (Sub Plot) 4 ปัจจัย คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นตามคำแนะนำดินและปุ๋ยรายแปลงที่อัตราต่างๆ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main Plot) 2 ระดับ ได้แก่

W1 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 35 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

W2 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

ปัจจัยรอง (Sub Plot) 4 ระดับ ได้แก่

M1 = ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำอย่างเดียว

M2 = ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

M3 = ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน

M4 = ใช้ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร (กรณีชุดดินห้วยแถลง ใช้ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามคำแนะนำ)

แปลงที่ 6 ศึกษาการให้น้ำสำหรับอ้อยในพื้นที่กลุ่มดินเหนียวสีดำ : ชุดดินลพบุรี (Lb) ในพื้นที่ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี

วางแผนการทดลองแบบ split plot in randomized complete block มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ปัจจัยหลัก (Main Plot) มี 2 ปัจจัย คือ การให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่แตกต่างกัน ปัจจัยรอง (Sub Plot) 4 ปัจจัย คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นตามคำแนะนำดินและปุ๋ยรายแปลงที่อัตราต่างๆ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main Plot) 2 ระดับ ได้แก่

W1 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 35 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

W2 = ให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

ปัจจัยรอง (Sub Plot) 4 ระดับ ได้แก่

M1 = ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำอย่างเดียว

M2 = ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

M3 = ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน

M4 = ใช้ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร

#### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละแปลงทดลองและในแต่ละปี หัวหน้าโครงการวิจัย ย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 8 ที่สำคัญ มีดังนี้

ตารางผนวกที่ 119 แสดงผลผลิตของข้าวโพดแปลง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมาปีที่ 1

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนฝัก<br>(ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักสด<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                       |                         |                        |                     |
| W1                   | 16,934                | 5,250                   | 6,456                  | 13.79               |
| W2                   | 15,251                | 4,806                   | 6,027                  | 13.42               |
| W3                   | 14,386                | 4,069                   | 5,132                  | 13.50               |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| รูปแบบการใช้ปุ๋ย(B)  |                       |                         |                        |                     |
| M1                   | 15,803                | 4,795                   | 6,027                  | 13.53               |
| M2                   | 15,245                | 4,621                   | 5,717                  | 13.61               |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน(C) |                       |                         |                        |                     |
| N1                   | 15,527                | 4,745                   | 5,895 AB               | 13.61               |
| N2                   | 14,588                | 4,643                   | 5,695 B                | 13.83               |
| N3                   | 16,556                | 4,945                   | 6,472 A                | 13.56               |
| N4                   | 14,588                | 4,450                   | 5,425 B                | 13.28               |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      | *                      | ns                  |
| AxB                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| AxC                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| BxC                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| AxBxC                | ns                    | *                       | *                      | ns                  |
| CV(%)                | 18.62                 | 18.56                   | 18.91                  | 6.95                |

หมายเหตุ

ns คือ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

\* คือ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

W1 คือ การให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

W2 คือ การให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 60 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

W3 คือ การให้น้ำในช่วงความชื้นดินที่ลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ของ AWC

M1 คือ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

M2 คือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

N1 คือ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 1.25 เท่าของคำแนะนำ (โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง)

N2 คือ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำ (โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง)

N3 คือ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 0.75 เท่าของคำแนะนำ (โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง)

N4 คือ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 0.50 เท่าของคำแนะนำ (โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง)

ตารางผนวกที่ 120 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใส่ปุ๋ยของข้าวโพดแปลง  
อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ปีที่ 1

| ระบบ<br>การให้น้ำ | รูปแบบ<br>การใส่ปุ๋ย | ทรีทเมนต์ | จำนวนฝัก<br>(ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักสด<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|-------------------|----------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| W1                | M1                   | W1M1      | 16,474                | 5,093                   | 6,784                  | 13.67               |
|                   | M2                   | W1M2      | 17,394                | 5,407                   | 6,129                  | 13.92               |
| W2                | M1                   | W2M1      | 15,640                | 4,998                   | 5,794                  | 13.42               |
|                   | M2                   | W2M2      | 14,862                | 4,615                   | 6,259                  | 13.42               |
| W3                | M1                   | W3M1      | 15,295                | 4,296                   | 5,501                  | 13.50               |
|                   | M2                   | W3M2      | 13,477                | 3,842                   | 4,764                  | 13.50               |
| LSD 0.05          |                      |           | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| CV(%)             |                      |           | 22.99                 | 19.15                   | 32.21                  | 6.20                |

ตารางผนวกที่ 121 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำ รูปแบบการใช้ปุ๋ย และ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดแปลง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมาปีที่ 1

| ระบบการให้น้ำ | รูปแบบการใช้ปุ๋ย | อัตราปุ๋ยไนโตรเจน | ทรีทเมนต์ | จำนวนฝัก (ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก (กก./ไร่) |        | น้ำหนักสด (กก./ไร่) |        | ความหวาน (%Brix) |
|---------------|------------------|-------------------|-----------|--------------------|----------------------|--------|---------------------|--------|------------------|
| W1            | M1               | N1                | W1M1N1    | 15,104             | 4,533                | DEFGHI | 6,369               | BCDE   | 14.33            |
|               |                  | N2                | W1M1N2    | 14,284             | 4,544                | DEFGHI | 5,602               | CDEFG  | 14.33            |
|               |                  | N3                | W1M1N3    | 21,736             | 6,938                | A      | 9,257               | A      | 13.33            |
|               |                  | N4                | W1M1N4    | 14,769             | 4,357                | EFGHI  | 5,909               | BCDEFG | 12.67            |
|               | M2               | N1                | W1M2N1    | 17,092             | 5,370                | BCD    | 6,229               | BCDEF  | 14.00            |
|               |                  | N2                | W1M2N2    | 18,226             | 5,888                | B      | 6,706               | BC     | 13.67            |
|               |                  | N3                | W1M2N3    | 17,458             | 5,169                | BCDEF  | 5,254               | DEFGH  | 14.33            |
|               |                  | N4                | W1M2N4    | 16,864             | 5,202                | BCDEF  | 6,326               | BCDEF  | 13.67            |
| W2            | M1               | N1                | W2M1N1    | 16,535             | 5,247                | BCDEF  | 5,899               | BCDEFG | 13.00            |
|               |                  | N2                | W2M1N2    | 14,025             | 5,335                | BCDE   | 5,865               | BCDEFG | 13.00            |
|               |                  | N3                | W2M1N3    | 15,591             | 4,633                | DEFGHI | 6,329               | BCDEF  | 14.33            |
|               |                  | N4                | W2M1N4    | 16,409             | 4,775                | CDEFGH | 5,085               | FGH    | 13.33            |
|               | M2               | N1                | W2M2N1    | 15,329             | 4,718                | DEFGH  | 6,476               | BCD    | 13.00            |
|               |                  | N2                | W2M2N2    | 13,257             | 3,862                | HIJ    | 5,694               | CDEFG  | 14.00            |
|               |                  | N3                | W2M2N3    | 16,946             | 5,733                | BC     | 7,132               | B      | 13.33            |
|               |                  | N4                | W2M2N4    | 13,918             | 4,146                | GHIJ   | 5,733               | CDEFG  | 13.33            |
| W3            | M1               | N1                | W3M1N1    | 16,315             | 4,741                | CDEFGH | 5,260               | DEFGH  | 13.67            |
|               |                  | N2                | W3M1N2    | 15,209             | 4,308                | FGHI   | 5,195               | DEFGH  | 14.00            |
|               |                  | N3                | W3M1N3    | 13,826             | 3,250                | J      | 6,117               | BCDEF  | 13.33            |
|               |                  | N4                | W3M1N4    | 15,831             | 4,884                | BCDEFG | 5,433               | CDEFG  | 13.00            |
|               | M2               | N1                | W3M2N1    | 12,852             | 3,864                | HIJ    | 5,138               | EFGH   | 13.67            |
|               |                  | N2                | W3M2N2    | 12,524             | 3,921                | GHIJ   | 5,113               | EFGH   | 14.00            |
|               |                  | N3                | W3M2N3    | 13,775             | 3,946                | GHIJ   | 4,743               | GH     | 12.67            |
|               |                  | N4                | W3M2N4    | 14,757             | 3,635                | IJ     | 4,064               | H      | 13.67            |
| LSD 0.05      |                  |                   |           | ns                 | *                    | *      | ns                  |        |                  |
| CV(%)         |                  |                   |           | 18.62              | 18.56                | 18.91  | 6.95                |        |                  |

ตารางผนวกที่ 122 แสดงผลผลิตของข้าวโพดแปลง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ปีที่ 2

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนฝัก<br>(ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักสด<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                       |                         |                        |                     |
| W1                   | 8,123                 | 1,613 B                 | 1,963 B                | 15.94               |
| W2                   | 7,544                 | 1,563 B                 | 1,960 B                | 15.94               |
| W3                   | 8,245                 | 1,726 A                 | 2,377 A                | 15.67               |
| LSD 0.05             | ns                    | *                       | *                      | ns                  |
| รูปแบบการใส่ปุ๋ย(B)  |                       |                         |                        |                     |
| M1                   | 7,874                 | 1,573                   | 1,982                  | 15.58 B             |
| M2                   | 8,067                 | 1,695                   | 2,218                  | 16.11 A             |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      | ns                     | *                   |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน(C) |                       |                         |                        |                     |
| N1                   | 8,137                 | 1,896 A                 | 2,272 A                | 15.44               |
| N2                   | 8,011                 | 1,732 A                 | 2,210 AB               | 15.94               |
| N3                   | 7,818                 | 1,506 B                 | 1,972 B                | 16.14               |
| N4                   | 7,917                 | 1,402 B                 | 1,948 B                | 15.86               |
| LSD 0.05             | ns                    | *                       | *                      | ns                  |
| AxB                  | ns                    | ns                      | ns                     | *                   |
| AxC                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| BxC                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| AxBxC                | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| CV(%)                | 10.70                 | 16.40                   | 18.51                  | 4.75                |

ตารางผนวกที่ 123 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใส่ปุ๋ยของข้าวโพดแปลง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ปีที่ 2

| ระบบ<br>การให้น้ำ | รูปแบบ<br>การใส่ปุ๋ย | ทรีทเมนต์ | จำนวนฝัก<br>(ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักสด<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|-------------------|----------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| W1                | M1                   | W1M1      | 8,309                 | 1,768                   | 1,966                  | 15.42 C             |
|                   | M2                   | W1M2      | 7,936                 | 1,458                   | 1,961                  | 16.46 A             |
| W2                | M1                   | W2M1      | 6,860                 | 1,249                   | 1,710                  | 15.58 BC            |
|                   | M2                   | W2M2      | 8,229                 | 1,876                   | 2,211                  | 16.29 A             |
| W3                | M1                   | W3M1      | 8,453                 | 1,702                   | 2,271                  | 15.75 B             |
|                   | M2                   | W3M2      | 8,036                 | 1,749                   | 2,483                  | 15.58 BC            |
| LSD 0.05          |                      |           | ns                    | ns                      | ns                     | *                   |
| CV(%)             |                      |           | 19.36                 | 42.72                   | 28.66                  | 3.28                |

ตารางผนวกที่ 124 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำ รูปแบบการใส่ปุ๋ย และ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดแปลง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ปีที่ 2

| ระบบการให้น้ำ | รูปแบบการใช้ปุ๋ย | อัตราปุ๋ยไนโตรเจน | ทรีทเมนต์ | จำนวนฝัก (ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก (กก./ไร่) | น้ำหนักสด (กก./ไร่) | ความหวาน (%Brix) |
|---------------|------------------|-------------------|-----------|--------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| W1            | M1               | N1                | W1M1N1    | 8,149              | 1,984                | 1,945               | 15.00            |
|               |                  | N2                | W1M1N2    | 8,229              | 1,700                | 2,107               | 15.67            |
|               |                  | N3                | W1M1N3    | 8,412              | 1,863                | 1,992               | 15.67            |
|               |                  | N4                | W1M1N4    | 8,446              | 15,25                | 1,822               | 15.33            |
|               | M2               | N1                | W1M2N1    | 8,015              | 1,692                | 2,118               | 16.33            |
|               |                  | N2                | W1M2N2    | 7,899              | 1,336                | 1,587               | 17.00            |
|               |                  | N3                | W1M2N3    | 8,133              | 1,524                | 2,076               | 16.17            |
|               |                  | N4                | W1M2N4    | 7,698              | 1,282                | 2,061               | 16.33            |
| W2            | M1               | N1                | W2M1N1    | 7,718              | 1,631                | 2,013               | 15.00            |
|               |                  | N2                | W2M1N2    | 6,300              | 1,257                | 1,728               | 15.67            |
|               |                  | N3                | W2M1N3    | 6,196              | 926                  | 1,451               | 16.33            |
|               |                  | N4                | W2M1N4    | 7,225              | 1,184                | 1,646               | 15.33            |
|               | M2               | N1                | W2M2N1    | 8,176              | 2,116                | 2,346               | 15.67            |
|               |                  | N2                | W2M2N2    | 8,212              | 2,068                | 2,462               | 16.00            |
|               |                  | N3                | W2M2N3    | 8,539              | 1,676                | 1,889               | 16.67            |
|               |                  | N4                | W2M2N4    | 7,988              | 1,646                | 2,146               | 16.83            |
| W3            | M1               | N1                | W3M1N1    | 8,605              | 1,838                | 2,226               | 15.67            |
|               |                  | N2                | W3M1N2    | 8,955              | 2,036                | 2,704               | 15.33            |
|               |                  | N3                | W3M1N3    | 7,601              | 1,403                | 1,999               | 16.33            |
|               |                  | N4                | W3M1N4    | 8,652              | 1,531                | 2,156               | 15.67            |
|               | M2               | N1                | W3M2N1    | 8,158              | 2,112                | 2,982               | 15.00            |
|               |                  | N2                | W3M2N2    | 8,468              | 1,995                | 2,670               | 16.00            |
|               |                  | N3                | W3M2N3    | 8,025              | 1,644                | 2,278               | 15.67            |
|               |                  | N4                | W3M2N4    | 7,493              | 1,244                | 2,002               | 15.67            |
| LSD           |                  |                   |           |                    |                      |                     |                  |
| 0.05          |                  |                   |           | ns                 | ns                   | ns                  | ns               |
| CV(%)         |                  |                   |           | 10.70              | 16.40                | 18.51               | 4.75             |

ตารางผนวกที่ 125 แสดงผลผลิตของข้าวโพดแปลงอ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ปีที่ 3

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนฝัก<br>(ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักสด<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                       |                         |                        |                     |
| W1                   | 6,853 C               | 2,005                   | 2,826                  | 15.17 A             |
| W2                   | 7,667 B               | 2,161                   | 2,802                  | 14.63 B             |
| W3                   | 8,434 A               | 2,075                   | 2,611                  | 14.63 B             |
| LSD 0.05             | *                     | ns                      | ns                     | *                   |
| รูปแบบการใช้ปุ๋ย(B)  |                       |                         |                        |                     |
| M1                   | 7,357                 | 1,768 B                 | 2,373 B                | 14.53               |
| M2                   | 7,947                 | 2,392 A                 | 3,120 A                | 15.08               |
| LSD 0.05             | ns                    | *                       | *                      | ns                  |
| อัตราปุ๋ยไนโตรเจน(C) |                       |                         |                        |                     |
| N1                   | 8,153 A               | 2,458 A                 | 3,113 A                | 14.44               |
| N2                   | 7,655 AB              | 2,175 AB                | 2,834 AB               | 14.78               |
| N3                   | 7,655 AB              | 1,967 BC                | 2,573 BC               | 14.94               |
| N4                   | 7,146 B               | 1,719 C                 | 2,465 C                | 15.06               |
| LSD 0.05             | *                     | *                       | *                      | ns                  |
| AxB                  | ns                    | *                       | *                      | ns                  |
| AxC                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| BxC                  | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| AxBxC                | ns                    | ns                      | ns                     | ns                  |
| CV(%)                | 11.77                 | 20.88                   | 18.45                  | 6.64                |

ตารางผนวกที่ 126 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดแปลงอ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ปีที่ 3

| ระบบการให้น้ำ | รูปแบบการใช้ปุ๋ย | ทรีทเมนต์ | จำนวนฝัก<br>(ฝัก/ไร่) | น้ำหนักฝัก<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักสด<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|---------------|------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| W1            | M1               | W1M1      | 6,665                 | 1,866 C                 | 2,665 C                | 15.00               |
|               | M2               | W1M2      | 7,040                 | 2,143 BC                | 2,986 B                | 15.33               |
| W2            | M1               | W2M1      | 7,520                 | 1,992 C                 | 2,566 C                | 14.42               |
|               | M2               | W2M2      | 7,813                 | 2,330 B                 | 3,038 B                | 14.83               |
| W3            | M1               | W3M1      | 7,884                 | 1,447 D                 | 1,887 D                | 14.17               |
|               | M2               | W3M2      | 8,987                 | 2,703 A                 | 3,336 A                | 15.08               |
| LSD 0.05      |                  |           | ns                    | *                       | *                      | ns                  |
| CV(%)         |                  |           | 16.60                 | 20.69                   | 7.15                   | 7.03                |

ตารางผนวกที่ 127 แสดงผลผลิตของมันสำปะหลังแปลงอ.ครบุรี จ.นครราชสีมา ปีที่ 1

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนหัว<br>(หัว/ต้น) | น้ำหนักหัว<br>(กก./หัว) | เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>(%) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                       |                         |                        |
| W1                   | 13                    | 3.92                    | 26.43                  |
| W2                   | 13                    | 4.29                    | 28.06                  |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      | ns                     |
| รูปแบบการใช้ปุ๋ย(B)  |                       |                         |                        |
| M1                   | 13                    | 4.57 A                  | 27.05                  |
| M2                   | 13                    | 4.63 A                  | 26.08                  |
| M3                   | 13                    | 3.82 B                  | 28.42                  |
| M4                   | 13                    | 3.40 B                  | 27.42                  |
| LSD 0.05             | ns                    | *                       | ns                     |
| AxB                  | ns                    | *                       | ns                     |
| CV(%)                | 11.70                 | 10.54                   | 11.49                  |

ตารางผนวกที่ 128 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังแปลงอ.ครบุรี จ.นครราชสีมา ปีที่ 1

| ระบบการให้น้ำ | รูปแบบการใช้ปุ๋ย | ทรีทเมนต์ | จำนวนหัว<br>(หัว/ต้น) | น้ำหนักหัว<br>(กก./หัว) | เปอร์เซ็นต์แป้ง<br>(%) |
|---------------|------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| W1            | M1               | W1M1      | 13                    | 3.45 C                  | 25.43                  |
|               | M2               | W1M2      | 14                    | 4.38 B                  | 23.67                  |
|               | M3               | W1M3      | 13                    | 3.65 C                  | 28.87                  |
|               | M4               | W1M4      | 13                    | 3.18 C                  | 27.73                  |
| W2            | M1               | W2M1      | 13                    | 5.18 A                  | 28.67                  |
|               | M2               | W2M2      | 12                    | 4.38 B                  | 28.50                  |
|               | M3               | W2M3      | 12                    | 3.48 C                  | 27.97                  |
|               | M4               | W2M4      | 12                    | 3.12 C                  | 27.10                  |
| LSD 0.05      |                  |           | ns                    | *                       | ns                     |
| CV(%)         |                  |           | 11.70                 | 10.54                   | 11.49                  |

ตารางผนวกที่ 129 แสดงผลผลิตของมันสำปะหลังแปลงอ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา ปีที่ 1

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนหัว<br>(หัว/ต้น) | น้ำหนักหัว<br>(กก./หัว) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                       |                         |
| W1                   | 9                     | 2.87                    |
| W2                   | 12                    | 4.75                    |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      |
| รูปแบบการใส่ปุ๋ย(B)  |                       |                         |
| M1                   | 11                    | 4.30                    |
| M2                   | 12                    | 3.88                    |
| M3                   | 10                    | 3.20                    |
| M4                   | 10                    | 3.85                    |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                      |
| AxB                  | ns                    | ns                      |
| CV(%)                | 20.40                 | 32.66                   |

ตารางผนวกที่ 130 แสดงผลผลิตของอ้อยแปลงอ.ครบุรี จ.นครราชสีมาปีที่ 1

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนต้น<br>(ต้น/บล็อก) | น้ำหนักต้น<br>(กก./ไร่) | การแตกกอ<br>(ต้น) | ความหวาน<br>(%brix) |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                         |                         |                   |                     |
| W1                   | 8                       | 15,787                  | 16                | 23.60               |
| W2                   | 9                       | 17,395                  | 14                | 24.16               |
| LSD 0.05             | ns                      | ns                      | ns                | ns                  |
| รูปแบบการใส่ปุ๋ย(B)  |                         |                         |                   |                     |
| M1                   | 9                       | 18,240                  | 17                | 24.08               |
| M2                   | 8                       | 16,347                  | 15                | 23.90               |
| M3                   | 9                       | 17,680                  | 14                | 23.13               |
| M4                   | 8                       | 14,096                  | 14                | 24.42               |
| LSD 0.05             | ns                      | ns                      | ns                | ns                  |
| AxB                  | ns                      | ns                      | ns                | ns                  |
| CV(%)                | 29.85                   | 38.95                   | 14.21             | 6.08                |

ตารางผนวกที่ 131 แสดงการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยแปลงอ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา ปีที่ 1 (ต่อ)

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนลำ<br>(ลำ/บล็อก) | น้ำหนักรวม<br>(กก.) | ความหวาน<br>(%brix) |
|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                       |                     |                     |
| W1                   | 9                     | 4.22                | 19.77               |
| W2                   | 7                     | 3.41                | 20.43               |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                  | ns                  |
| รูปแบบการใช้ปุ๋ย(B)  |                       |                     |                     |
| M1                   | 7                     | 3.62                | 18.91               |
| M2                   | 8                     | 4.35                | 23.01               |
| M3                   | 8                     | 3.93                | 19.40               |
| M4                   | 9                     | 3.35                | 19.04               |
| LSD 0.05             | ns                    | ns                  | ns                  |
| AxB                  | ns                    | ns                  | ns                  |
| CV(%)                | 34.27                 | 54.94               | 34.82               |

ตารางผนวกที่ 132 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใช้ปุ๋ยของอ้อยแปลงอ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา ปีที่ 1 (ต่อ)

| ระบบการให้น้ำ | รูปแบบการใช้ปุ๋ย | ทรีทเมนต์ | จำนวนลำ<br>(ลำ/บล็อก) | น้ำหนักรวม<br>(กก.) | ความหวาน<br>(%brix) |
|---------------|------------------|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| W1            | M1               | W1M1      | 7                     | 2.07                | 16.53               |
|               | M2               | W1M2      | 8                     | 5.00                | 23.38               |
|               | M3               | W1M3      | 10                    | 5.60                | 23.11               |
|               | M4               | W1M4      | 9                     | 4.20                | 16.08               |
| W2            | M1               | W2M1      | 8                     | 5.17                | 21.29               |
|               | M2               | W2M2      | 7                     | 3.70                | 22.75               |
|               | M3               | W2M3      | 6                     | 2.27                | 15.69               |
|               | M4               | W2M4      | 9                     | 2.50                | 22.01               |
| LSD 0.05      |                  |           | ns                    | ns                  | ns                  |
| CV(%)         |                  |           | 34.27                 | 54.94               | 34.82               |

ตารางผนวกที่ 133 แสดงผลผลิตของอ้อยแปลงอ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี ปีที่ 1

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนต้น<br>(ต้น/บล็อก) | น้ำหนักต้น<br>(กก./ไร่) | ความหวาน<br>(%Brix) |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                         |                         |                     |
| W1                   | 13 B                    | 25,080                  | 16.67               |
| W2                   | 15 A                    | 28,560                  | 17.03               |
| LSD 0.05             | *                       | ns                      | ns                  |
| รูปแบบการใส่ปุ๋ย(B)  |                         |                         |                     |
| M1                   | 14                      | 24,000                  | 16.97               |
| M2                   | 15                      | 29,067                  | 16.85               |
| M3                   | 12                      | 23,600                  | 16.82               |
| M4                   | 15                      | 30,613                  | 16.78               |
| LSD 0.05             | ns                      | ns                      | ns                  |
| AxB                  | ns                      | ns                      | ns                  |
| CV(%)                | 15.54                   | 17.55                   | 2.30                |

ตารางผนวกที่ 134 แสดงผลผลิตของอ้อยแปลงอ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี ปีที่ 2

| ทรีทเมนต์<br>(หน่วย) | จำนวนต้น<br>(ต้น/บล็อก) | การแตกกอ<br>(ต้น) | จำนวนลำ<br>(ลำ/บล็อก) | น้ำหนักลำ<br>(กก./บล็อก) |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| ระบบการให้น้ำ(A)     |                         |                   |                       |                          |
| W1                   | 6 A                     | 17                | 214                   | 39.95 A                  |
| W2                   | 4 B                     | 14                | 185                   | 37.59 B                  |
| LSD 0.05             | *                       | ns                | ns                    | *                        |
| รูปแบบการใส่ปุ๋ย(B)  |                         |                   |                       |                          |
| M1                   | 5 B                     | 16                | 216                   | 40.77 A                  |
| M2                   | 6 A                     | 16                | 183                   | 41.60 A                  |
| M3                   | 5 B                     | 15                | 224                   | 36.78 B                  |
| M4                   | 4 C                     | 15                | 174                   | 35.93 B                  |
| LSD 0.05             | *                       | ns                | ns                    | *                        |
| AxB                  | ns                      | ns                | ns                    | *                        |
| CV(%)                | 19.36                   | 14.72             | 48.33                 | 4.75                     |

ตารางผนวกที่ 135 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการให้น้ำและรูปแบบการใส่ปุ๋ยของอ้อยแปลง  
อ.มวกเหล็ก จ.นครราชสีมา ปีที่ 2

| ระบบการให้น้ำ | รูปแบบการใส่ปุ๋ย | ทรีทเมนต์ | จำนวนต้น<br>(ต้น/บล็อก) | การแตกกอ<br>(ต้น) | จำนวนลำ<br>(ลำ/บล็อก) | น้ำหนักลำ<br>(กก./บล็อก) |
|---------------|------------------|-----------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| W1            | M1               | W1M1      | 5                       | 18                | 182                   | 40.77 AB                 |
|               | M2               | W1M2      | 7                       | 18                | 259                   | 43.30 A                  |
|               | M3               | W1M3      | 5                       | 17                | 241                   | 37.17 CD                 |
|               | M4               | W1M4      | 5                       | 15                | 172                   | 38.57 BCD                |
| W2            | M1               | W2M1      | 5                       | 14                | 250                   | 40.77 AB                 |
|               | M2               | W2M2      | 4                       | 14                | 107                   | 39.90 BC                 |
|               | M3               | W2M3      | 4                       | 14                | 207                   | 36.40 DE                 |
|               | M4               | W2M4      | 3                       | 15                | 177                   | 33.30 E                  |
| LSD 0.05      |                  |           | ns                      | ns                | ns                    | *                        |
| CV(%)         |                  |           | 19.36                   | 14.72             | 48.33                 | 4.75                     |

## โครงการวิจัยย่อยที่ 9

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010011 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การศึกษาอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์

|              |                         |                     |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นางนวลจันทร์ ชะบา       | หัวหน้าโครงการวิจัย |
|              | นายวุฒิชัย จันทรมบัติ   | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นางจันจิรา แสงสีเหลือง  | ผู้ร่วมดำเนินการ    |
|              | นายอรรถะ พินจงสกุลดิษฐ์ | ที่ปรึกษาโครงการ    |

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การศึกษากาอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพื่อหาอัตราการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางดินที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ระดับไรนาต่อไป ดำเนินการศึกษากาอัตราการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งสภาพห้องปฏิบัติการ และในภาคสนาม ในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ 4 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยพืชสด และมูลวัว ใน 4 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินวังสะพุง ดินโซคชัย ดินปักธงชัย และสีคิ้ว โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ มีผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ทั้ง แอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมรวมทั้งในแต่ละช่วงเวลาการบ่มดินมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ในดินต่างชนิดกัน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้การปลดปล่อยแอมโมเนียมมากที่สุดทั้ง 4 ชุดดิน และปลดปล่อยสูงสุดในชุดดินปักธงชัย มีปริมาณ 41.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ถ้าเปรียบเทียบเนื้อดินทั้งดินทรายและดินเหนียวมีแอมโมเนียมสูงสุดใกล้เคียงกัน ปริมาณไนเตรตพบว่า ในดินเหนียวมีการปลดปล่อยมากกว่าดินทราย การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในชุดดินวังสะพุงมีไนเตรตสูงสุด 21.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินทรายและดินเหนียวมีฟอสฟอรัสสูงสุดใกล้เคียงกัน แต่โพแทสเซียมในดินเหนียวมีค่ามากกว่าดินทราย

ในแปลงปลูกมันสำปะหลัง วางแผนการทดลอง แบบ RCBD 8 ดำรับ ได้แก่ ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยปุ๋ยเคมี) ปุ๋ยหมักฟางข้าว 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยหมักกากอ้อย 2 ตันต่อไร่ มูลวัว 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยหมักฟางข้าว 2 ตันต่อไร่+ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมักกากอ้อย 2 ตันต่อไร่+ปุ๋ยเคมี และ มูลวัว 2 ตันต่อไร่+ปุ๋ยเคมี ผลการทดลอง พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมในเนื้อดินเหนียวชุดดินโซคชัย ปริมาณแอมโมเนียมสูงสุดในดำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อยที่เริ่มต้นการทดลอง มีปริมาณ 26.125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนไนเตรต ในดำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณสูงสุด 6.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดลองในเนื้อดินทรายชุดดินปักธงชัย การปลดปล่อยแอมโมเนียม และไนเตรตสูงสุดในดำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 16.125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 11.325 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี ในเนื้อดินทรายชุดดินปักธงชัย ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปุ๋ยเคมี หรือ ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว โดยมีผลผลิตสูงสุดในดำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลผลิต 4,450 กิโลกรัมต่อไร่

### Abstract

The objective of the study on rate of decomposition of organic material is to determine the rate of decomposition of organic fertilizer in different factors, four kinds of organic materials and organic fertilizers namely rice straw compost, bagasse compost, cow manure and green manure plant material in 4 soil series including Wangsaphung, Chok Chai, Pak Thong Chai and Sikhio. The experimental design was CRD and the results showed that the use of organic fertilizers and organic materials affect the release of nutrients that are ammonium nitrates, phosphorus and potassium. Use of green manure has the highest ammonium released in the fourth soils. There are 41.08 milligrams per kilogram. in Pak Thong Chai soil. The amount of nitrates found that experiment in clay soil, Wangsaphung, Chok Chai, has higher than sandy soil Pak Thong Chai, Sikhio. There were similar to Potassium

The experimental of cassava plantation has conducted in 2 soil, Chock chai series and Pak thong chai. The experimental design was RCBD for 8 treatments. The result showed that used of bagasse compost in clay soil texture, Chok Chai series has the highest ammonium. There were 26.125 milligrams per kilogram. The amount of nitrates in treatments using bagasse compost with chemical fertilizer has the highest 6.70 milligrams per kilogram. Furthermore, the result of experiment in sandy soil, Pak Thong Chai series found that treatments using bagasse compost with chemical fertilizer has the highest ammonium and nitrate. It was 16.125 and 11.325 milligrams per kilogram respectively. Moreover, the use of organic fertilizers and organic materials all four types with chemical fertilizer. In sandy soil, Pak Thong Chai soil has higher cassava yield than treatment without chemical. The highest yield was in treatments using bagasse compost with chemical fertilizer, 4,450 kg. per rai

**วัตถุประสงค์** เพื่อหาอัตราการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางดินที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ระดับไร่นาต่อไป

### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ อาทิ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ปุ๋ยอินทรีย์ ฟลอยด์ปิดฝา กระจกป้องกันพลาสติก เป็นต้น
2. อุปกรณ์ในการทดลองภาคสนาม อาทิ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เป็นต้น

### วิธีการ

การศึกษาอัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ เป็นองค์ประกอบในแผนงานวิจัยนี้ เพื่อยืนยันข้อมูลการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเป็นธาตุอาหาร และการหาแนวทางในการพัฒนาสมการแปลงผลในอนาคต ซึ่งผลการศึกษาในส่วนที่สะท้อนและต่อยอดถึงแผนงานวิจัย คือ การทดลองการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุใน

ห้องปฏิบัติการ และการจัดทำแปลงทดลองในสภาพจริง 1 แปลง โดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อยและคณะ ซึ่งแผนงานวิจัยได้กำหนดกรอบให้เบื้องต้น ส่วนการคัดเลือกชนิดอินทรีย์วัตถุและแปลงทดลองให้เป็นสิทธิ์ตัดสินใจโดยหัวหน้าโครงการวิจัยย่อย โดยมีแนวทางดำเนินการโดยสังเขป ดังนี้

1. เก็บตัวอย่างดิน จากพื้นที่ ในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ประกอบด้วย ดิน 4 ชุดดิน ได้แก่
  - ดินเหนียว ได้แก่ ชุดดินวังสระปทุม ชุดดินโชคชัย
  - ดินทราย หรือ ดินทรายปนดินร่วน ได้แก่ ชุดดินปทุมธานี ชุดดินสีคิ้ว
2. คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์ 4 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย มูลวัว และปอเทือง
3. ดำเนินการทดลองศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุอินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ โดยการเตรียมตัวอย่างดิน มาผึ่งให้แห้งร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และเตรียมตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์ เพื่อใช้ในการทดลอง
4. นำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงแล้วผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดตามกรรมวิธีการทดลอง คือ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย และมูลวัว ใช้อัตรา 2 ตันต่อไร่ สำหรับปอเทือง เก็บต้นปอเทืองในระยะออกดอก แล้วตัดให้มีขนาดประมาณ 5 เซนติเมตร นำมาผสมคลุกเคล้ากับดินอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ปรับความชื้นด้วยน้ำตามความจุความชื้นสนาม
5. บรรจุดินที่ผสมปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์แล้วในกระป๋องพลาสติก ปิดฟลอปด์แล้วเจาะรู นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง
6. เก็บตัวอย่างดินในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง ทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 1 เดือน และเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน เป็นเวลา 6 เดือน เพื่อวิเคราะห์ ปริมาณไนโตรเจน : ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนียม ไนเตรต ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส ได้แก่ แบคทีเรีย แอคติโนมัยซิส และเชื้อรา
7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
8. การทดลองในแปลงทดลอง 2 แปลง 2 ชุดดิน เตรียมแปลงทดลองขนาดแปลง 13x6 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย โดยยกทรงคู้นำปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ โรยข้างแถวแล้วสับกลบลงดิน
9. ปลูกมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 72 ใช้ท่อนมันยาว 25 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 100 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างร่อง 50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมี โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งละโรยปุ๋ยเคมีเป็นแถวตามแนวปลูกมันสำปะหลังแล้วกลบลงดิน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่อมันสำปะหลัง อายุ 2 เดือน
10. เก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ยเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม อินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่าง
11. เก็บตัวอย่างดินหลังใส่ปุ๋ย หรือ ก่อนปลูกมันสำปะหลังเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม อินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่าง
- 12.- เก็บตัวอย่างดินทุกๆ 10 วัน เป็นเวลา 1 เดือน และทุกๆ 1 เดือน จนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อวิเคราะห์ แอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอินทรีย์วัตถุ
13. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ได้แก่ ความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม
14. เก็บข้อมูลผลผลิต น้ำหนักสด จำนวนหัว ปริมาณแป้ง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 10 เดือน

15. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลที่เก็บบันทึกได้นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนของแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตำรับการทดลอง โดยวิธี Duncan's Range Test (DMRT)

#### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

- การทดลองในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการที่กรมพัฒนาที่ดิน โดยมีแผนการทดลองแบบวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ หรือ Completely Randomize Design ในแต่ละการทดลองย่อยประกอบด้วย 5 ตำรับ 3 ซ้ำ ได้แก่

- ตำรับที่ 1 ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
- ตำรับที่ 2 ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
- ตำรับที่ 3 ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย
- ตำรับที่ 4 ดิน+มูลวัว
- ตำรับที่ 5 ดิน+ปอเทือง

- การศึกษาในสภาพไร่ด้วยบนชุดดิน 2 ชุดดิน คือชุดดินโซคชัย และชุดดินปักธงชัย ด้วยขนาดแปลง 13x6 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย โดยยกร่องคู โดยเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์หา แอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอินทรีย์วัตถุ ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block ประกอบด้วย 8 ตำรับ 3 ซ้ำ ดังนี้

- ตำรับที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)
- ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมี (อัตราได้จากการโครงการย่อยมันสำปะหลัง)
- ตำรับที่ 3 ปุ๋ยหมักฟางข้าว 2 ต้นต่อไร่
- ตำรับที่ 4 ปุ๋ยหมักกากอ้อย 2 ต้นต่อไร่
- ตำรับที่ 5 มูลวัว 2 ต้นต่อไร่
- ตำรับที่ 6 ปุ๋ยหมักฟางข้าว 2 ต้นต่อไร่+ปุ๋ยเคมี (อัตราได้จากการโครงการย่อยมันสำปะหลัง)
- ตำรับที่ 7 ปุ๋ยหมักกากอ้อย 2 ต้นต่อไร่+ปุ๋ยเคมี (อัตราได้จากการโครงการย่อยมันสำปะหลัง)
- ตำรับที่ 8 มูลวัว 2 ต้นต่อไร่+ปุ๋ยเคมี (อัตราได้จากการโครงการย่อยมันสำปะหลัง)

#### ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งในห้องปฏิบัติการและผลจากแปลงทดลอง หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยได้นำเสนอพร้อมวิจารณ์เป็นรายการทดลองและรายแปลงไว้ในรายงานของโครงการวิจัยย่อย สำหรับการนำผลการทดลองมาศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัย ได้เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว ทั้งนี้ ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ดินในโครงการย่อยที่ 9 ที่สำคัญ มีดังนี้

#### ตารางผนวกที่ 136 สมบัติของดินก่อนการทดลอง

| ชุดดิน         | อินทรีย์วัตถุ (%) | ฟอสฟอรัส (มก./กก.) | โพแทสเซียม (มก./กก.) |
|----------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| วังสะพุง (Ws)  | 2.70              | 13                 | 627                  |
| โซคชัย (Ci)    | 3.08              | 19                 | 170                  |
| ปักธงชัย (Ptc) | 0.72              | 64                 | 120                  |
| สีคิ้ว (Si)    | 0.45              | 5                  | 69                   |

**ตารางผนวกที่ 137** ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินวังสะพุง. ในระยะเวลาการบ่มต่างๆ

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน | 7 วัน  | 14 วัน               | 21 วัน | 1 เดือน             | 2 เดือน             | 3 เดือน | 4 เดือน             | 5 เดือน | 6 เดือน |
|------------------------|-------|--------|----------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.119 | 0.132  | 0.133 <sup>bc</sup>  | 0.130  | 0.128 <sup>ab</sup> | 0.127 <sup>c</sup>  | 0.131   | 0.146 <sup>ab</sup> | 0.136   | 0.129   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.112 | 0.124  | 0.128 <sup>c</sup>   | 0.124  | 0.133 <sup>a</sup>  | 0.146 <sup>a</sup>  | 0.127   | 0.126 <sup>bc</sup> | 0.134   | 0.123   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.128 | 0.134  | 0.142 <sup>ab</sup>  | 0.134  | 0.116 <sup>b</sup>  | 0.138 <sup>ab</sup> | 0.134   | 0.121 <sup>c</sup>  | 0.136   | 0.136   |
| ดิน+มูลวัว             | 0.146 | 0.144  | 0.150 <sup>a</sup>   | 0.143  | 0.141 <sup>a</sup>  | 0.136 <sup>bc</sup> | 0.135   | 0.150 <sup>a</sup>  | 0.130   | 0.133   |
| ดิน+ปอเทือง            | 0.118 | 0.105  | 0.140 <sup>abc</sup> | 0.138  | 0.139 <sup>a</sup>  | 0.133 <sup>bc</sup> | 0.128   | 0.155 <sup>a</sup>  | 0.130   | 0.136   |
| F-test                 | ns    | ns     | *                    | ns     | *                   | *                   | ns      | *                   | ns      | ns      |
| %CV                    | 9.86  | 140.79 | 5.16                 | 15.62  | 6.93                | 4.23                | 9.47    | 8.55                | 7.46    | 11.35   |

**ตารางผนวกที่ 138** ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของดินโชคชัย

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน                   | 7 วัน     | 14 วัน    | 21 วัน                  | 1 เดือน                 | 2 เดือน | 3 เดือน | 4 เดือน | 5 เดือน | 6 เดือน |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.151 <sup>b</sup><br>c | 0.15<br>0 | 0.15<br>4 | 0.152 <sup>b</sup>      | 0.159 <sup>b</sup><br>c | 0.146   | 0.141   | 0.134   | 0.147   | 0.152   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.150 <sup>c</sup>      | 0.15<br>8 | 0.15<br>4 | 0.125 <sup>c</sup>      | 0.176 <sup>a</sup>      | 0.168   | 0.153   | 0.153   | 0.149   | 0.165   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.179 <sup>a</sup>      | 0.17<br>8 | 0.16<br>5 | 0.181 <sup>a</sup>      | 0.158 <sup>b</sup><br>c | 0.150   | 0.159   | 0.125   | 0.159   | 0.163   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 0.158 <sup>a</sup><br>b | 0.15<br>9 | 0.14<br>9 | 0.157 <sup>a</sup><br>b | 0.148 <sup>c</sup>      | 0.145   | 0.145   | 0.128   | 0.149   | 0.144   |
| ดิน+ปอเทือง            | 0.142 <sup>a</sup><br>b | 0.15<br>7 | 0.16<br>4 | 0.166 <sup>a</sup><br>b | 0.164 <sup>a</sup><br>b | 0.162   | 0.151   | 0.131   | 0.149   | 0.157   |
| F-test                 | **                      | ns        | ns        | **                      | *                       | ns      | ns      | ns      | ns      | ns      |
| %CV                    | 4.17                    | 6.94      | 7.63      | 8.93                    | 4.83                    | 14.94   | 8.87    | 19.85   | 9.20    | 6.56    |

**ตารางผนวกที่ 139** ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของดินปักธงชัย

| ตำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน | 14 วัน | 21 วัน              | 1 เดือน | 2 เดือน            | 3 เดือน | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน             |
|------------------------|--------------------|-------|--------|---------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.036 <sup>c</sup> | 0.046 | 0.032  | 0.031 <sup>c</sup>  | 0.032   | 0.032 <sup>c</sup> | 0.040   | 0.031 <sup>d</sup> | 0.028 <sup>c</sup> | 0.027 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.023 <sup>d</sup> | 0.036 | 0.039  | 0.037 <sup>bc</sup> | 0.036   | 0.040 <sup>b</sup> | 0.039   | 0.038 <sup>c</sup> | 0.039 <sup>b</sup> | 0.040 <sup>ab</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.022 <sup>d</sup> | 0.039 | 0.039  | 0.039 <sup>ab</sup> | 0.039   | 0.041 <sup>b</sup> | 0.013   | 0.041 <sup>b</sup> | 0.041 <sup>b</sup> | 0.040 <sup>ab</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 0.059 <sup>a</sup> | 0.033 | 0.051  | 0.045 <sup>a</sup>  | 0.043   | 0.047 <sup>a</sup> | 0.039   | 0.047 <sup>a</sup> | 0.043 <sup>a</sup> | 0.045 <sup>a</sup>  |
| ดิน+ปอเทือง            | 0.041 <sup>b</sup> | 0.035 | 0.034  | 0.033 <sup>bc</sup> | 0.035   | 0.033 <sup>c</sup> | 0.031   | 0.033 <sup>d</sup> | 0.029 <sup>c</sup> | 0.035 <sup>b</sup>  |
| F-test                 | **                 | ns    | ns     | **                  | ns      | **                 | ns      | **                 | **                 | **                  |
| %CV                    | 6.72               | 14.90 | 23.37  | 10.56               | 15.97   | 4.07               | 140.81  | 3.93               | 3.43               | 7.95                |

**ตารางผนวกที่ 140** ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของดินสีคิ้ว

| ตำรับการทดลอง          | 0 วัน               | 7 วัน              | 14 วัน | 21 วัน              | 1 เดือน             | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน |
|------------------------|---------------------|--------------------|--------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.029 <sup>bc</sup> | 0.027 <sup>b</sup> | 0.025  | 0.028 <sup>b</sup>  | 0.037 <sup>a</sup>  | 0.029 <sup>b</sup> | 0.050 <sup>a</sup> | 0.027 <sup>b</sup> | 0.025 <sup>b</sup> | 0.027   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.024 <sup>c</sup>  | 0.027 <sup>b</sup> | 0.028  | 0.030 <sup>ab</sup> | 0.025 <sup>b</sup>  | 0.025 <sup>b</sup> | 0.021 <sup>c</sup> | 0.030 <sup>b</sup> | 0.025 <sup>b</sup> | 0.024   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.023 <sup>c</sup>  | 0.022 <sup>b</sup> | 0.026  | 0.020 <sup>c</sup>  | 0.020 <sup>b</sup>  | 0.023 <sup>b</sup> | 0.028 <sup>b</sup> | 0.024 <sup>b</sup> | 0.023 <sup>b</sup> | 0.028   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 0.046 <sup>a</sup>  | 0.040 <sup>a</sup> | 0.076  | 0.038 <sup>a</sup>  | 0.036 <sup>a</sup>  | 0.037 <sup>a</sup> | 0.028 <sup>b</sup> | 0.040 <sup>a</sup> | 0.041 <sup>a</sup> | 0.037   |
| ดิน+ปอเทือง            | 0.038 <sup>ab</sup> | 0.029 <sup>b</sup> | 0.028  | 0.030 <sup>b</sup>  | 0.028 <sup>ab</sup> | 0.027 <sup>b</sup> | 0.029 <sup>b</sup> | 0.028 <sup>b</sup> | 0.025 <sup>b</sup> | 0.026   |
| F-test                 | **                  | **                 | ns     | **                  | *                   | **                 | **                 | *                  | **                 | ns      |
| %CV                    | 18.81               | 14.10              | 78.32  | 14.39               | 18.86               | 11.30              | 4.95               | 15.41              | 11.89              | 17.51   |

**ตารางผนวกที่ 141** ปริมาณแอมโมเนียของดินวังสะพุง (มก. /กก.)

| ตำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน              | 14 วัน | 21 วัน             | 1 เดือน            | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 33.83 <sup>a</sup> | 12.70 <sup>a</sup> | 10.86  | 10.46 <sup>c</sup> | 12.13 <sup>c</sup> | 21.37 <sup>a</sup> | 21.38 <sup>b</sup> | 35.33 <sup>b</sup> | 40.52 <sup>a</sup> | 25.73 <sup>c</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 34.87 <sup>a</sup> | 10.56 <sup>b</sup> | 10.21  | 15.73 <sup>a</sup> | 16.93 <sup>b</sup> | 14.65 <sup>c</sup> | 29.72 <sup>a</sup> | 31.95 <sup>c</sup> | 32.95 <sup>b</sup> | 39.90 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 6.13 <sup>b</sup>  | 6.61 <sup>c</sup>  | 10.33  | 4.18 <sup>d</sup>  | 37.64 <sup>a</sup> | 4.65 <sup>d</sup>  | 2.49 <sup>c</sup>  | 2.31 <sup>d</sup>  | 3.12 <sup>c</sup>  | 3.30 <sup>d</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 34.87 <sup>a</sup> | 10.5 <sup>b</sup>  | 10.21  | 15.73 <sup>a</sup> | 16.93 <sup>b</sup> | 14.65 <sup>c</sup> | 29.72 <sup>a</sup> | 31.95 <sup>c</sup> | 32.95 <sup>b</sup> | 39.90 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 33.32 <sup>a</sup> | 11.82 <sup>a</sup> | 10.38  | 10.85 <sup>b</sup> | 10.68 <sup>d</sup> | 18.10 <sup>b</sup> | 26.10 <sup>a</sup> | 40.68 <sup>a</sup> | 32.88 <sup>b</sup> | 37.81 <sup>b</sup> |
| F-test                 | **                 | **                 | ns     | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 |
| %CV                    | 5.47               | 5.99               | 4.84   | 1.02               | 3.30               | 9.91               | 9.99               | 1.13               | 0.26               | 0.59               |

**ตารางผนวกที่ 142** แอมโมเนียของดินโซคชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน              | 14 วัน             | 21 วัน             | 1 เดือน            | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 35.93 <sup>b</sup> | 21.31 <sup>a</sup> | 13.84 <sup>a</sup> | 13.32 <sup>b</sup> | 13.93 <sup>c</sup> | 27.61 <sup>a</sup> | 27.90 <sup>c</sup> | 35.32 <sup>a</sup> | 37.98 <sup>a</sup> | 35.32 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 5.89 <sup>d</sup>  | 7.88 <sup>d</sup>  | 7.82 <sup>b</sup>  | 10.33 <sup>d</sup> | 35.20 <sup>a</sup> | 11.59 <sup>b</sup> | 2.46 <sup>d</sup>  | 2.40 <sup>c</sup>  | 4.93 <sup>c</sup>  | 6.83 <sup>d</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 6.08 <sup>d</sup>  | 6.09 <sup>e</sup>  | 5.34 <sup>c</sup>  | 12.22 <sup>c</sup> | 35.14 <sup>a</sup> | 12.97 <sup>b</sup> | 1.85 <sup>d</sup>  | 2.32 <sup>c</sup>  | 3.91 <sup>c</sup>  | 4.12 <sup>e</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 28.50 <sup>c</sup> | 14.95 <sup>b</sup> | 15.07 <sup>a</sup> | 12.93 <sup>b</sup> | 15.35 <sup>c</sup> | 23.57 <sup>a</sup> | 32.46 <sup>a</sup> | 28.91 <sup>b</sup> | 33.80 <sup>b</sup> | 35.83 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 38.61 <sup>a</sup> | 12.01 <sup>c</sup> | 15.48 <sup>a</sup> | 16.19 <sup>a</sup> | 17.46 <sup>b</sup> | 27.02 <sup>a</sup> | 31.26 <sup>b</sup> | 31.00 <sup>b</sup> | 31.86 <sup>b</sup> | 33.35 <sup>c</sup> |
| F-test                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 |
| %CV                    | 3.60               | 6.47               | 8.68               | 1.77               | 4.21               | 13.38              | 3.04               | 7.87               | 6.30               | 0.71               |

**ตารางผนวกที่ 143** ปริมาณแอมโมเนียของดินปักธงชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน              | 14 วัน             | 21 วัน             | 1 เดือน            | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 27.50 <sup>b</sup> | 16.37 <sup>b</sup> | 11.74 <sup>b</sup> | 11.49 <sup>b</sup> | 12.09 <sup>d</sup> | 27.31 <sup>a</sup> | 24.39 <sup>b</sup> | 33.72 <sup>a</sup> | 39.57 <sup>a</sup> | 41.07 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 6.33 <sup>c</sup>  | 6.87 <sup>c</sup>  | 3.88 <sup>d</sup>  | 6.66 <sup>d</sup>  | 38.17 <sup>a</sup> | 7.40 <sup>cd</sup> | 3.98 <sup>c</sup>  | 2.63 <sup>c</sup>  | 2.84 <sup>d</sup>  | 5.36 <sup>b</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 3.90 <sup>e</sup>  | 4.11 <sup>e</sup>  | 5.58 <sup>c</sup>  | 4.05 <sup>e</sup>  | 37.68 <sup>a</sup> | 6.35 <sup>d</sup>  | 1.19 <sup>c</sup>  | 3.10 <sup>c</sup>  | 3.60 <sup>c</sup>  | 3.74 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 4.90 <sup>d</sup>  | 4.89 <sup>d</sup>  | 2.83 <sup>d</sup>  | 8.34 <sup>c</sup>  | 35.69 <sup>b</sup> | 9.57 <sup>c</sup>  | 2.43 <sup>c</sup>  | 2.40 <sup>c</sup>  | 3.54 <sup>c</sup>  | 3.80 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปอเทือง            | 34.69 <sup>a</sup> | 18.08 <sup>a</sup> | 16.88 <sup>a</sup> | 16.81 <sup>a</sup> | 17.28 <sup>c</sup> | 22.42 <sup>b</sup> | 33.60 <sup>a</sup> | 28.33 <sup>b</sup> | 35.80 <sup>b</sup> | 41.08 <sup>a</sup> |
| F-test                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 |
| %CV                    | 1.09               | 3.92               | 8.38               | 5.44               | 2.45               | 9.98               | 14.62              | 4.90               | 0.49               | 0.54               |

**ตารางผนวกที่ 144** ปริมาณแอมโมเนียของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน              | 14 วัน             | 21 วัน             | 1 เดือน            | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 29.09 <sup>c</sup> | 20.65 <sup>a</sup> | 20.28 <sup>a</sup> | 20.77 <sup>a</sup> | 24.22 <sup>b</sup> | 24.53 <sup>a</sup> | 29.93 <sup>a</sup> | 31.73 <sup>b</sup> | 30.73 <sup>b</sup> | 35.13 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 4.90 <sup>e</sup>  | 4.89 <sup>d</sup>  | 2.83 <sup>e</sup>  | 8.34 <sup>c</sup>  | 35.69 <sup>a</sup> | 9.57 <sup>c</sup>  | 2.43 <sup>c</sup>  | 2.40 <sup>d</sup>  | 3.54 <sup>e</sup>  | 3.80 <sup>d</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 6.08 <sup>d</sup>  | 6.57 <sup>c</sup>  | 4.11 <sup>d</sup>  | 4.91 <sup>d</sup>  | 37.98 <sup>a</sup> | 5.73 <sup>d</sup>  | 2.74 <sup>c</sup>  | 1.28 <sup>e</sup>  | 3.77 <sup>d</sup>  | 3.90 <sup>d</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 31.76 <sup>b</sup> | 16.40 <sup>b</sup> | 14.08 <sup>c</sup> | 16.47 <sup>b</sup> | 16.60 <sup>c</sup> | 22.96 <sup>a</sup> | 25.98 <sup>b</sup> | 29.28 <sup>c</sup> | 27.13 <sup>c</sup> | 29.55 <sup>c</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 34.18 <sup>a</sup> | 17.74 <sup>b</sup> | 15.37 <sup>b</sup> | 21.75 <sup>a</sup> | 24.15 <sup>b</sup> | 20.76 <sup>b</sup> | 30.09 <sup>a</sup> | 32.96 <sup>a</sup> | 31.73 <sup>a</sup> | 37.04 <sup>a</sup> |
| F-test                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 | **                 |
| %CV                    | 1.82               | 5.87               | 4.70               | 3.76               | 6.00               | 6.21               | 10.55              | 2.46               | 0.52               | 0.35               |

**ตารางผนวกที่ 145** ปริมาณไนเตรตของดินวังสะพุง (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน             | 7 วัน              | 14 วัน             | 21 วัน            | 1 เดือน           | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน           | 6 เดือน            |
|------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.50 <sup>c</sup> | 1.78 <sup>bc</sup> | 1.10 <sup>b</sup>  | 1.28 <sup>c</sup> | 2.70 <sup>c</sup> | 1.50 <sup>c</sup>  | 0.81 <sup>c</sup>  | 0.30 <sup>c</sup>  | 1.91 <sup>b</sup> | 1.88 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.50 <sup>c</sup> | 0.76 <sup>d</sup>  | 2.21 <sup>a</sup>  | 6.64 <sup>b</sup> | 7.22 <sup>a</sup> | 8.43 <sup>b</sup>  | 8.39 <sup>b</sup>  | 13.36 <sup>a</sup> | 9.66 <sup>a</sup> | 21.40 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.85 <sup>b</sup> | 1.01 <sup>cd</sup> | 2.68 <sup>a</sup>  | 8.88 <sup>a</sup> | 8.18 <sup>a</sup> | 12.29 <sup>a</sup> | 12.58 <sup>a</sup> | 1.96 <sup>b</sup>  | 8.92 <sup>a</sup> | 8.60 <sup>b</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 1.96 <sup>a</sup> | 2.48 <sup>b</sup>  | 2.65 <sup>a</sup>  | 0.48 <sup>c</sup> | 4.16 <sup>b</sup> | 3.25 <sup>c</sup>  | 1.08 <sup>c</sup>  | nd                 | nd                | nd                 |
| ดิน+ปอเทือง            | 1.91 <sup>a</sup> | 4.04 <sup>a</sup>  | 1.94 <sup>ab</sup> | 1.44 <sup>c</sup> | 1.88 <sup>c</sup> | 0.75 <sup>c</sup>  | 0.86 <sup>c</sup>  | nd                 | nd                | nd                 |
| F-test                 | **                | **                 | *                  | **                | **                | **                 | **                 | **                 | **                | **                 |
| %CV                    | 6.68              | 26.33              | 26.60              | 14.29             | 14.54             | 35.77              | 12.85              | 1.85               | 63.42             | 1.48               |

**ตารางผนวกที่ 146** ปริมาณไนเตรตของดินโชคชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน | 7 วัน             | 14 วัน            | 21 วัน             | 1 เดือน            | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน           | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 1.19  | 1.91 <sup>b</sup> | 0.15 <sup>e</sup> | 0.28 <sup>d</sup>  | 0.89 <sup>d</sup>  | 0.59 <sup>d</sup>  | 0.78 <sup>d</sup>  | 0.94 <sup>c</sup> | 0.35 <sup>cd</sup> | 0.32 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 2.97  | 0.75 <sup>c</sup> | 8.10 <sup>a</sup> | 8.11 <sup>b</sup>  | 3.88 <sup>b</sup>  | 7.18 <sup>b</sup>  | 17.25 <sup>a</sup> | 3.01 <sup>b</sup> | 11.67 <sup>b</sup> | 14.43 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.48  | 0.50 <sup>c</sup> | 7.38 <sup>b</sup> | 13.63 <sup>a</sup> | 13.78 <sup>a</sup> | 13.21 <sup>a</sup> | 15.19 <sup>b</sup> | 9.06 <sup>a</sup> | 20.33 <sup>a</sup> | 20.40 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 1.94  | 3.03 <sup>a</sup> | 2.15 <sup>c</sup> | 0.68 <sup>c</sup>  | 0.63 <sup>e</sup>  | 1.60 <sup>c</sup>  | 1.08 <sup>d</sup>  | 0.53 <sup>c</sup> | 0.59 <sup>c</sup>  | 0.43 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปอเทือง            | 2.86  | 1.76 <sup>b</sup> | 1.38 <sup>d</sup> | 0.32 <sup>d</sup>  | 1.16 <sup>c</sup>  | 0.77 <sup>d</sup>  | 1.67 <sup>c</sup>  | 0.28 <sup>c</sup> | nd                 | nd                 |
| F-test                 | ns    | **                | **                | **                 | **                 | **                 | **                 | **                | **                 | **                 |
| %CV                    | 98.11 | 30.76             | 2.90              | 1.82               | 2.24               | 5.15               | 3.76               | 19.88             | 4.40               | 2.38               |

**ตารางผนวกที่ 147** ปริมาณไนเตรตของดินปักธงชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน             | 7 วัน             | 14 วัน            | 21 วัน            | 1 เดือน           | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน           | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.91 <sup>c</sup> | 1.51 <sup>c</sup> | 1.04 <sup>c</sup> | 0.80 <sup>c</sup> | 0.64 <sup>d</sup> | 2.23 <sup>c</sup>  | 1.17 <sup>c</sup>  | 0.36 <sup>c</sup> | 0.28 <sup>c</sup>  | 0.28 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.61 <sup>d</sup> | 0.65 <sup>d</sup> | 4.53 <sup>a</sup> | 8.62 <sup>a</sup> | 9.28 <sup>a</sup> | 13.21 <sup>a</sup> | 10.33 <sup>b</sup> | 2.70 <sup>b</sup> | 11.08 <sup>a</sup> | 11.83 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.36 <sup>e</sup> | 0.33 <sup>d</sup> | 3.19 <sup>b</sup> | 6.58 <sup>b</sup> | 6.87 <sup>b</sup> | 9.15 <sup>b</sup>  | 11.49 <sup>a</sup> | 5.63 <sup>a</sup> | 10.54 <sup>b</sup> | 14.06 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 6.96 <sup>a</sup> | 9.15 <sup>a</sup> | 3.69 <sup>b</sup> | 0.77 <sup>c</sup> | 1.00 <sup>d</sup> | 0.58 <sup>c</sup>  | 0.69 <sup>c</sup>  | nd                | nd                 | nd                 |
| ดิน+ปอเทือง            | 4.53 <sup>b</sup> | 2.82 <sup>b</sup> | 0.22 <sup>d</sup> | 0.85 <sup>c</sup> | 3.25 <sup>c</sup> | 0.98 <sup>c</sup>  | 0.69 <sup>c</sup>  | 0.13 <sup>d</sup> | 0.08 <sup>cd</sup> | 0.42 <sup>c</sup>  |
| F-test                 | **                | **                | **                | **                | **                | **                 | **                 | **                | **                 | **                 |
| %CV                    | 5.12              | 13.20             | 16.51             | 2.13              | 10.77             | 23.17              | 11.46              | 5.87              | 3.16               | 5.89               |

**ตารางผนวกที่ 148** ปริมาณไนเตรตของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน             | 7 วัน             | 14 วัน             | 21 วัน            | 1 เดือน            | 2 เดือน           | 3 เดือน            | 4 เดือน           | 5 เดือน            | 6 เดือน            |
|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 0.23 <sup>d</sup> | 6.65 <sup>a</sup> | 0.43 <sup>cd</sup> | 0.35 <sup>d</sup> | 1.10 <sup>c</sup>  | 0.96 <sup>c</sup> | 0.72 <sup>c</sup>  | 0.11 <sup>c</sup> | 0.08 <sup>c</sup>  | nd                 |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 0.78 <sup>b</sup> | 0.84 <sup>d</sup> | 2.68 <sup>b</sup>  | 7.13 <sup>a</sup> | 6.30 <sup>ab</sup> | 7.65 <sup>b</sup> | 12.35 <sup>a</sup> | 8.21 <sup>a</sup> | 13.34 <sup>a</sup> | 16.27 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 0.58 <sup>c</sup> | 0.83 <sup>d</sup> | 3.93 <sup>a</sup>  | 6.60 <sup>b</sup> | 7.23 <sup>a</sup>  | 9.88 <sup>a</sup> | 4.15 <sup>b</sup>  | 2.46 <sup>b</sup> | 4.18 <sup>b</sup>  | 5.90 <sup>b</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 1.98 <sup>a</sup> | 2.79 <sup>c</sup> | 0.38 <sup>d</sup>  | 0.48 <sup>c</sup> | 7.00 <sup>a</sup>  | 0.38 <sup>d</sup> | 0.66 <sup>c</sup>  | nd                | nd                 | nd                 |
| ดิน+ปอเทือง            | 0.03 <sup>e</sup> | 4.28 <sup>b</sup> | 0.59 <sup>c</sup>  | 0.29 <sup>d</sup> | 4.03 <sup>b</sup>  | 0.23 <sup>d</sup> | 0.77 <sup>c</sup>  | nd                | nd                 | nd                 |
| F-test                 | **                | **                | **                 | **                | **                 | **                | **                 | **                | **                 | **                 |
| %CV                    | 7.36              | 18.72             | 5.58               | 2.02              | 27.35              | 3.16              | 5.98               | 2.70              | 1.65               | 2.56               |

**ตารางผนวกที่ 149** ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินวังสะพุง (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน | 7 วัน | 14 วัน             | 21 วัน              | 1 เดือน             | 2 เดือน | 3 เดือน | 4 เดือน | 5 เดือน | 6 เดือน |
|------------------------|-------|-------|--------------------|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 12.00 | 38.33 | 40.67 <sup>a</sup> | 31.67 <sup>bc</sup> | 23.67 <sup>b</sup>  | 19.67   | 36.67   | 18.33   | 13.33   | 29.67   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 6.00  | 16.33 | 16.00 <sup>b</sup> | 12.33 <sup>d</sup>  | 16.67 <sup>bc</sup> | 26.00   | 18.67   | 19.33   | 32.00   | 18.67   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 21.00 | 15.33 | 14.33 <sup>b</sup> | 17.33 <sup>cd</sup> | 7.33 <sup>c</sup>   | 17.33   | 13.67   | 12.00   | 30.33   | 16.33   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 32.00 | 34.33 | 42.33 <sup>a</sup> | 54.67 <sup>a</sup>  | 31.00 <sup>ab</sup> | 37.67   | 39.67   | 13.33   | 32.33   | 22.67   |
| ดิน+ปอเทือง            | 25.67 | 34.00 | 36.33 <sup>a</sup> | 41.00 <sup>ab</sup> | 41.33 <sup>a</sup>  | 45.00   | 26.67   | 15.00   | 43.33   | 44.00   |
| F-test                 | ns    | ns    | **                 | **                  | **                  | ns      | ns      | ns      | ns      | ns      |
| %CV                    | 62.60 | 37.68 | 29.93              | 25.45               | 35.96               | 41.33   | 54.06   | 38.25   | 47.61   | 40.41   |

**ตารางผนวกที่ 150** ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินโชคชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน               | 14 วัน              | 21 วัน             | 1 เดือน             | 2 เดือน | 3 เดือน | 4 เดือน | 5 เดือน | 6 เดือน |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 13.00 <sup>c</sup> | 13.33 <sup>b</sup>  | 11.67 <sup>c</sup>  | 10.00 <sup>b</sup> | 10.33 <sup>c</sup>  | 14.67   | 14.00   | 26.67   | 17.67   | 13.00   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 24.67 <sup>b</sup> | 33.33 <sup>ab</sup> | 20.00 <sup>b</sup>  | 12.33 <sup>b</sup> | 36.67 <sup>a</sup>  | 28.33   | 19.00   | 25.00   | 18.67   | 26.33   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 29.67 <sup>a</sup> | 63.00 <sup>a</sup>  | 35.33 <sup>a</sup>  | 34.67 <sup>a</sup> | 21.67 <sup>b</sup>  | 34.00   | 27.33   | 24.00   | 23.67   | 24.00   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 24.33 <sup>b</sup> | 21.00 <sup>b</sup>  | 13.33 <sup>bc</sup> | 16.33 <sup>b</sup> | 14.00 <sup>bc</sup> | 15.33   | 13.67   | 31.00   | 20.00   | 15.67   |
| ดิน+ปอเทือง            | 11.33 <sup>c</sup> | 16.00 <sup>b</sup>  | 13.00 <sup>c</sup>  | 11.00 <sup>b</sup> | 12.00 <sup>bc</sup> | 15.00   | 14.00   | 43.33   | 14.33   | 14.00   |
| F-test                 | **                 | *                   | *                   | **                 | **                  | ns      | ns      | ns      | ns      | ns      |
| %CV                    | 9.97               | 61.00               | 20.19               | 28.31              | 28.74               | 40.98   | 41.34   | 33.72   | 42.42   | 34.14   |

**ตารางผนวกที่ 151** ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินปักธงชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน               | 7 วัน | 14 วัน              | 21 วัน             | 1 เดือน | 2 เดือน            | 3 เดือน            | 4 เดือน            | 5 เดือน            | 6 เดือน             |
|------------------------|---------------------|-------|---------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 73.67 <sup>c</sup>  | 80.33 | 52.00 <sup>c</sup>  | 50.33 <sup>b</sup> | 53.00   | 53.33 <sup>b</sup> | 22.00 <sup>c</sup> | 50.33 <sup>c</sup> | 48.00 <sup>b</sup> | 51.33 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 21.67 <sup>b</sup>  | 51.00 | 70.67 <sup>b</sup>  | 73.00 <sup>a</sup> | 71.33   | 74.00 <sup>a</sup> | 64.00 <sup>a</sup> | 66.67 <sup>b</sup> | 70.33 <sup>a</sup> | 72.33 <sup>a</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 15.00 <sup>ab</sup> | 81.67 | 71.33 <sup>ab</sup> | 73.33 <sup>a</sup> | 71.00   | 67.33 <sup>a</sup> | 65.67 <sup>a</sup> | 71.33 <sup>b</sup> | 68.67 <sup>a</sup> | 65.33 <sup>ab</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 86.33 <sup>a</sup>  | 59.67 | 78.00 <sup>a</sup>  | 66.00 <sup>a</sup> | 72.33   | 71.67 <sup>a</sup> | 49.67 <sup>b</sup> | 77.33 <sup>a</sup> | 68.67 <sup>a</sup> | 62.33 <sup>ab</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 66.67 <sup>c</sup>  | 58.00 | 48.67 <sup>c</sup>  | 46.00 <sup>b</sup> | 55.00   | 52.33 <sup>b</sup> | 53.00 <sup>b</sup> | 46.33 <sup>c</sup> | 47.67 <sup>b</sup> | 55.00 <sup>bc</sup> |
| F-test                 | **                  | ns    | **                  | **                 | ns      | **                 | **                 | **                 | **                 | *                   |
| %CV                    | 7.56                | 22.43 | 6.24                | 8.95               | 14.09   | 5.88               | 4.45               | 5.25               | 4.80               | 11.89               |

**ตารางผนวกที่ 152** ปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน              | 7 วัน               | 14 วัน             | 21 วัน             | 1 เดือน             | 2 เดือน            | 3 เดือน             | 4 เดือน            | 5 เดือน             | 6 เดือน             |
|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 8.00 <sup>b</sup>  | 8.33 <sup>b</sup>   | 5.33 <sup>b</sup>  | 5.33 <sup>c</sup>  | 7.00 <sup>c</sup>   | 6.33 <sup>b</sup>  | 7.70 <sup>b</sup>   | 7.00 <sup>c</sup>  | 5.00 <sup>c</sup>   | 5.33 <sup>c</sup>   |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 27.33 <sup>a</sup> | 22.67 <sup>a</sup>  | 18.33 <sup>a</sup> | 12.67 <sup>b</sup> | 14.00 <sup>b</sup>  | 15.00 <sup>b</sup> | 13.67 <sup>a</sup>  | 12.00 <sup>b</sup> | 14.33 <sup>b</sup>  | 13.00 <sup>ab</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 25.00 <sup>a</sup> | 17.67 <sup>ab</sup> | 15.00 <sup>a</sup> | 13.00 <sup>b</sup> | 17.00 <sup>ab</sup> | 32.33 <sup>a</sup> | 11.33 <sup>ab</sup> | 13.00 <sup>b</sup> | 15.67 <sup>ab</sup> | 12.33 <sup>b</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 25.33 <sup>a</sup> | 22.33 <sup>a</sup>  | 19.33 <sup>a</sup> | 16.00 <sup>a</sup> | 18.67 <sup>a</sup>  | 17.00 <sup>b</sup> | 6.00 <sup>c</sup>   | 22.33 <sup>a</sup> | 18.67 <sup>a</sup>  | 18.67 <sup>a</sup>  |
| ดิน+ปอเทือง            | 10.33 <sup>b</sup> | 8.33 <sup>b</sup>   | 4.33 <sup>b</sup>  | 5.00 <sup>c</sup>  | 5.00 <sup>c</sup>   | 5.67 <sup>b</sup>  | 6.33 <sup>bc</sup>  | 6.00 <sup>c</sup>  | 6.00 <sup>c</sup>   | 5.33 <sup>c</sup>   |
| F-test                 | **                 | *                   | **                 | **                 | **                  | **                 | **                  | **                 | **                  | **                  |
| %CV                    | 17.12              | 37.04               | 21.32              | 14.04              | 19.97               | 49.28              | 17.92               | 16.30              | 18.74               | 31.24               |

**ตารางผนวกที่ 153** ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินวังสะพุง (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน               | 7 วัน  | 14 วัน | 21 วัน               | 1 เดือน | 2 เดือน              | 3 เดือน | 4 เดือน             | 5 เดือน             | 6 เดือน |
|------------------------|---------------------|--------|--------|----------------------|---------|----------------------|---------|---------------------|---------------------|---------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 559.33 <sup>b</sup> | 794.00 | 723.00 | 741.00 <sup>ab</sup> | 608.00  | 566.30 <sup>c</sup>  | 717.00  | 189.00 <sup>b</sup> | 337.00 <sup>b</sup> | 598.00  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 502.33 <sup>c</sup> | 678.33 | 663.00 | 528.00 <sup>c</sup>  | 771.67  | 1098.70 <sup>a</sup> | 948.33  | 876.67 <sup>a</sup> | 934.00 <sup>a</sup> | 829.33  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 594.00 <sup>b</sup> | 623.33 | 731.00 | 664.33 <sup>bc</sup> | 387.67  | 865.30 <sup>b</sup>  | 769.00  | 750.33 <sup>a</sup> | 901.00 <sup>a</sup> | 628.67  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 788.33 <sup>a</sup> | 857.00 | 908.33 | 845.67 <sup>a</sup>  | 838.67  | 760.70 <sup>b</sup>  | 747.67  | 165.00 <sup>b</sup> | 718.00 <sup>a</sup> | 693.00  |
| ดิน+ปอเทือง            | 592.33 <sup>b</sup> | 765.67 | 755.00 | 783.00 <sup>ab</sup> | 797.00  | 725.70 <sup>b</sup>  | 573.00  | 185.00 <sup>b</sup> | 718.67 <sup>a</sup> | 681.33  |
| F-test                 | **                  | ns     | ns     | **                   | ns      | **                   | ns      | **                  | *                   | ns      |
| %CV                    | 4.81                | 19.08  | 14.18  | 11.17                | 27.55   | 9.89                 | 29.89   | 38.31               | 23.01               | 24.34   |

**ตารางผนวกที่ 154** ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินโซคชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน               | 7 วัน                | 14 วัน | 21 วัน               | 1 เดือน             | 2 เดือน | 3 เดือน | 4 เดือน              | 5 เดือน | 6 เดือน             |
|------------------------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|---------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 70.00 <sup>d</sup>  | 181.00 <sup>b</sup>  | 170.00 | 172.00 <sup>c</sup>  | 184.00 <sup>b</sup> | 163.00  | 162.00  | 751.00 <sup>a</sup>  | 344.00  | 154.00 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 480.33 <sup>a</sup> | 374.67 <sup>ab</sup> | 339.33 | 607.00 <sup>a</sup>  | 570.00 <sup>a</sup> | 451.00  | 309.67  | 417.33 <sup>b</sup>  | 279.33  | 643.33 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 320.00 <sup>b</sup> | 572.00 <sup>a</sup>  | 390.00 | 480.33 <sup>ab</sup> | 270.67 <sup>b</sup> | 462.33  | 386.67  | 400.67 <sup>b</sup>  | 321.67  | 326.67 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 218.67 <sup>c</sup> | 243.00 <sup>b</sup>  | 204.00 | 244.67 <sup>bc</sup> | 204.00 <sup>b</sup> | 189.00  | 186.00  | 674.67 <sup>ab</sup> | 230.00  | 148.00 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 122.00 <sup>d</sup> | 217.00 <sup>b</sup>  | 204.00 | 202.00 <sup>bc</sup> | 208.00 <sup>b</sup> | 185.00  | 174.00  | 744.00 <sup>a</sup>  | 172.00  | 180.00 <sup>b</sup> |
| F-test                 | **                  | **                   | ns     | *                    | **                  | ns      | ns      | *                    | ns      | **                  |
| %CV                    | 19.72               | 34.49                | 48.26  | 45.66                | 30.89               | 54.88   | 47.92   | 25.72                | 69.40   | 45.71               |

**ตารางผนวกที่ 155** ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินปักธงชัย (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน               | 7 วัน  | 14 วัน              | 21 วัน               | 1 เดือน | 2 เดือน             | 3 เดือน             | 4 เดือน             | 5 เดือน             | 6 เดือน             |
|------------------------|---------------------|--------|---------------------|----------------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 170.33 <sup>b</sup> | 273.67 | 108.00 <sup>c</sup> | 100.00 <sup>c</sup>  | 136.00  | 11.00 <sup>c</sup>  | 192.00 <sup>b</sup> | 97.00 <sup>d</sup>  | 83.00 <sup>d</sup>  | 81.33 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 182.67 <sup>b</sup> | 262.00 | 248.00 <sup>a</sup> | 323.00 <sup>a</sup>  | 217.00  | 238.33 <sup>a</sup> | 254.00 <sup>a</sup> | 244.00 <sup>a</sup> | 212.00 <sup>a</sup> | 220.00 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 48.67 <sup>c</sup>  | 309.00 | 166.00 <sup>b</sup> | 180.00 <sup>ab</sup> | 167.00  | 165.00 <sup>b</sup> | 178.00 <sup>b</sup> | 174.00 <sup>b</sup> | 164.00 <sup>b</sup> | 160.00 <sup>b</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 333.00 <sup>a</sup> | 118.00 | 270.00 <sup>a</sup> | 208.00 <sup>a</sup>  | 180.33  | 233.00 <sup>a</sup> | 120.00 <sup>c</sup> | 250.00 <sup>a</sup> | 230.00 <sup>a</sup> | 228.00 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 178.33 <sup>b</sup> | 138.33 | 130.00 <sup>c</sup> | 122.00 <sup>bc</sup> | 122.00  | 108.00 <sup>c</sup> | 102.00 <sup>c</sup> | 115.00 <sup>c</sup> | 104.00 <sup>c</sup> | 136.00 <sup>b</sup> |
| F-test                 | **                  | ns     | **                  | **                   | ns      | **                  | **                  | **                  | **                  | **                  |
| %CV                    | 28.26               | 54.96  | 7.56                | 21.92                | 40.41   | 9.06                | 5.86                | 4.57                | 6.84                | 16.59               |

**ตารางผนวกที่ 156** ปริมาณการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินสีคิ้ว (มก. /กก.)

| ดำรับการทดลอง          | 0 วัน               | 7 วัน                | 14 วัน              | 21 วัน              | 1 เดือน | 2 เดือน             | 3 เดือน             | 4 เดือน             | 5 เดือน             | 6 เดือน             |
|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ดินไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์  | 16.33 <sup>d</sup>  | 23.33 <sup>b</sup>   | 20.67 <sup>d</sup>  | 18.67 <sup>d</sup>  | 105.67  | 21.00 <sup>d</sup>  | 252.00 <sup>a</sup> | 19.33 <sup>c</sup>  | 18.00 <sup>c</sup>  | 24.00 <sup>c</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว | 182.00 <sup>b</sup> | 132.00 <sup>ab</sup> | 128.00 <sup>b</sup> | 126.00 <sup>b</sup> | 113.00  | 119.00 <sup>b</sup> | 45.00 <sup>c</sup>  | 14.00 <sup>b</sup>  | 104.33 <sup>b</sup> | 13.00 <sup>b</sup>  |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย | 63.00 <sup>c</sup>  | 46.67 <sup>b</sup>   | 52.33 <sup>c</sup>  | 43.33 <sup>c</sup>  | 42.33   | 40.00 <sup>c</sup>  | 134.00 <sup>b</sup> | 41.00 <sup>c</sup>  | 42.00 <sup>c</sup>  | 65.33 <sup>bc</sup> |
| ดิน+ปุ๋ยหมักจากมูลวัว  | 231.00 <sup>a</sup> | 300.33 <sup>a</sup>  | 182.00 <sup>a</sup> | 144.00 <sup>a</sup> | 166.00  | 140.00 <sup>a</sup> | 32.67 <sup>cd</sup> | 184.67 <sup>a</sup> | 178.00 <sup>a</sup> | 157.00 <sup>a</sup> |
| ดิน+ปอเทือง            | 33.67 <sup>cd</sup> | 28.00 <sup>b</sup>   | 32.33 <sup>cd</sup> | 34.00 <sup>cd</sup> | 22.33   | 32.00 <sup>cd</sup> | 20.00 <sup>d</sup>  | 32.00 <sup>c</sup>  | 27.67 <sup>c</sup>  | 29.67 <sup>c</sup>  |
| F-test                 | **                  | *                    | **                  | **                  | ns      | **                  | **                  | **                  | **                  | **                  |
| %CV                    | 193.61              | 96.58                | 18.89               | 12.72               | 70.36   | 8.98                | 7.86                | 22.17               | 30.46               | 38.22               |

## โครงการวิจัยย่อยที่ 10

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 56 58 01 07 010012 007 102 01 11

ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในดิน โดยวิธีในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และชุดทดสอบอย่างง่าย (Test Kit)

ผู้ดำเนินการ นางจิราพร สวยสม หัวหน้าโครงการวิจัย  
นายสุรเชษฐ์ นาราภทร ผู้ร่วมดำเนินการ  
นายอัยยะ พินจงสกุลดิษฐ์ ที่ปรึกษาโครงการ

สัดส่วนความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมดำเนินการ 95% การจัดสรรสัดส่วนสำหรับผู้ร่วมดำเนินการแต่ละราย เป็นสิทธิ์ของหัวหน้าโครงการ สัดส่วนความรับผิดชอบของที่ปรึกษาโครงการ 5% ของโครงการวิจัยย่อย

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน จากวิธีวิเคราะห์ดินด้วยชุดตรวจดินอย่างง่าย วิธีการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และวิธีในห้องปฏิบัติการ และหาสมการที่มีความจำเพาะในปัจจัยของดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน โดยใช้ตัวอย่างดินจากงานวิจัยของแผนงานวิจัยการจัดการศึกษาการจัดการ ดิน น้ำ ปุ๋ย สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจที่เหมาะสมในระดับรายแปลง จำนวนทั้งสิ้น 1,713 ตัวอย่าง แบ่งเป็นเนื้อดินหยาบ 291 ตัวอย่าง เนื้อดินปานกลาง 824 ตัวอย่าง และเนื้อดินละเอียด 598 ตัวอย่าง

ผลการทดลองพบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระหว่างวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ในทุกเนื้อดิน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เท่ากับ 0.5758 และ แบ่งตามลักษณะกลุ่มเนื้อดินต่างๆ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของกลุ่มเนื้อดินหยาบ กลุ่มเนื้อดินปานกลาง และ กลุ่มเนื้อดินละเอียด เท่ากับ 0.5445 0.6572 และ 0.5075 ตามลำดับ การแปลผลตามเกณฑ์ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสของผลวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ส่วนใหญ่มีเกณฑ์การแปลผลที่ต่ำกว่าผลวิเคราะห์จากวิธีในห้องปฏิบัติการอยู่ 1-2 ระดับ ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีของชุดตรวจดินอย่างง่ายในทุกเนื้อดิน มีเกณฑ์การแปลผลส่วนใหญ่อยู่ในระดับเดียวกัน และความสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่และวิธีของชุดตรวจดินอย่างง่ายในทุกเนื้อดิน มีเกณฑ์การแปลผลส่วนใหญ่อยู่ในระดับเดียวกัน

ความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระหว่างวิธีในห้องปฏิบัติการและวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ในทุกเนื้อดิน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เท่ากับ 0.8283 และ แบ่งตามลักษณะกลุ่มเนื้อดินต่างๆ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของกลุ่มเนื้อดินหยาบ กลุ่มเนื้อดินปานกลาง และ กลุ่มเนื้อดินละเอียด เท่ากับ 0.8431 0.8514 และ 0.7870 ตามลำดับ การแปลผลตามเกณฑ์ระดับของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเดียวกันทั้งสามวิธี

### Abstract

The objective of this research was to determine the relation of Available Phosphorus and potassium in soil. soil test kit for the simple and laboratory analysis. Determining the equation of soil factors with different specificity. The research of soil water and fertilizer management for economic crops suitable. For soil example 1,713 sample divide coarse textured soils 291, medium - texture soils 824 and fine - texture soils 598 sample.

The experimental result of soil texture Available Phosphorus with soil test kit and laboratory analysis in conclusion Coefficient is 0.5758 and divide soil texture of sand, silt and clay is 0.5445, 0.6572 and 0.5075 respectively. Available Phosphorus with soil test kit are results less than laboratory analysis is 1-2 degree. the relation with soil test kit and laboratory analysis of soil texture Most of the translation criteria are in the same degree.

The experimental result of soil texture Available Phosphorus with soil test kit and laboratory analysis in conclusion Coefficient is 0.8283 and divide on soil texture groups including fine texture group (FT), medium texture group (MT) and coarse texture group (CT) is 0.8431, 0.8514 and 0.7870 respectively. The experimental result on 3 methods of available Phosphorus were at the same level.

**วัตถุประสงค์** เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน จากวิธีวิเคราะห์ดินด้วยชุดตรวจดินอย่างง่าย วิธีการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และวิธีในห้องปฏิบัติการ และหาสมการที่มีความจำเพาะในปัจจัยของดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ
2. ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย (KU soil test kit)
3. ชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (LDD soil test kit)

### วิธีการ

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในดินโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และชุดทดสอบอย่างง่าย (Test Kit) เป็นการดำเนินการในห้องปฏิบัติการ โดยมีแนวทางดำเนินการโดยสังเขป ดังนี้

1. ใช้ตัวอย่างดินที่เก็บจากแปลงทดลองในโครงการภายใต้แผนงานวิจัยที่มีแปลงทดลอง จำนวน 1,713 ตัวอย่าง
2. การเตรียมตัวอย่างดิน โดยนำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม โดยเกลี่ยบนแผ่นพลาสติก ในห้องที่สะอาดปราศจากปุ๋ย ปูน สารเคมี หรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ เมื่อตัวอย่างดินแห้งแล้ว ทำการแยกเศษพืชและกรวดออก นำตัวอย่างดินไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร
3. การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน โดยวิธีที่แตกต่างกัน ดังนี้

- วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี เบริ่งทู และแอมโมเนียมอะซิเตรท ตามลำดับ (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548)

- วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ (Double acid) (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548)

- วิเคราะห์หาระดับของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีการใช้ชุดทดสอบดินแบบ ภาศนาม (Soil Test Kit) ของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล หาทิศทางความสัมพันธ์และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ได้จากวิธีห้องปฏิบัติการ และการวิเคราะห์เคลื่อนที่ด้วย การวิเคราะห์ การถดถอยเชิงเส้น (linear regression) จากตัวอย่างดิน 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ลักษณะเนื้อดิน ได้แก่ กลุ่มดิน เนื้อหยาบ (ดินทราย) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (ดินร่วน) และกลุ่มดินเนื้อละเอียด (ดินเหนียว) และเปรียบเทียบ ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ได้จากวิธีห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์เคลื่อนที่ และวิธีการใช้ชุดทดสอบดินแบบภาศนาม ด้วยระดับการประเมินผล

### แผนการทดลอง และสถานที่ดำเนินการ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลวิเคราะห์ดินจากวิธีวิเคราะห์ดินที่แตกต่างกัน ดำเนินการโดยการ วิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิทยบริการ และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ วิจัยพืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้ตัวอย่างดิน จากแปลงทดลองในโครงการย่อยอื่นๆ จำนวน 1,713 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดินผ่านการเตรียมตัวอย่างดินตามหลักปฏิบัติมาตรฐาน และวิเคราะห์ด้วย

- วิธีวิเคราะห์มาตรฐานห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา คือ วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมในดินในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี เบริ่งทู และแอมโมเนียมอะซิเตรท ตามลำดับ (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548)
- วิธีวิเคราะห์มาตรฐานหน่วยวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ คือ วิธี Mehlich-I ซึ่งวิเคราะห์หาปริมาณ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน โดยใช้น้ำยาสกัดดินเป็น Double acid (สำนัก วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548)
- วิเคราะห์หาระดับของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินด้วยวิธีการใช้ชุดทดสอบดินแบบ ภาศนาม (Soil Test Kit) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### ผลการวิเคราะห์ดิน และการแปลผล

โครงการย่อยนี้ เป็นการดำเนินการในการนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ทางเคมี (ความอุดมสมบูรณ์ของ ดิน) และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปประมวลผลเปรียบเทียบกัน เพื่อให้ได้โมเดลหรือสมการที่สามารถนำไปใช้ ในการแปลงผลการวิเคราะห์ดินจากเครื่องมือและวิธีการที่แตกต่างกันได้ ซึ่งเป็นงานพื้นฐานหลักอย่างหนึ่งของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ดังนั้น ข้อมูลตารางผลการวิเคราะห์ต่างๆ จึงถูกนำไปใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อสะท้อนวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย รวมถึงการวิจารณ์ผลที่มีผลสืบเนื่องถึงแผนงานวิจัยทั้งหมด ดังได้ เสนอไว้ในหัวข้อ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงการย่อย” แล้ว