

การใช้ประโยชน์กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เพื่อเป็นปุ๋ยทางเลือกและลดการเสื่อมโทรมของดินหลังการปลูกอ้อย

Utilization of Filter Cake from Sugarcane Factory for Alternative Fertilizer and Reducing Soil Degradation after Sugarcane Cultivation

ณัฐวุฒิ ปลื้มใจ (Nuttawut Pluemjai)¹* ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ (Dr.Nipon Tungkananuruk)**
กณิตา ตั้งคณานุรักษ์ (Kanita Tungkananuruk)*** ดร.ดาวจรัส เกตุโรจน์ (Dr.Daojarus Ketrot)****

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย คือ กากตะกอนหม้อกรองสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการใช้เป็นปุ๋ยทางเลือกและลดการเสื่อมโทรมของดินหลังการปลูกอ้อย ในจังหวัดขอนแก่น ในการทดลองใช้พื้นที่ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น โดยทำการแปลงปลูกอ้อยโดยมีการออกแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ซ้ำรับสุตรทดลอง 10 แปลงทดลอง โดยแปลงทดลองมีการทำซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลักเป็นวิธีการปรับปรุงดิน 3 วิธี ได้แก่ ไม่ปรับปรุงดิน การปลูกด้วยวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการลดการใช้ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรอง ปัจจัยรองเป็นปริมาณกากตะกอนหม้อกรองในแต่ละซ้ำมี 8 ระดับ ได้แก่ 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 กิโลกรัมต่อไร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการเสื่อมโทรมของดินหลังการปลูกอ้อย และเป็นการศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และความหวานของอ้อยที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และเหมาะสมกับการปลูกอ้อยได้

ABSTRACT

This research was to investigate a potential utilization from sugarcane factory such as filter cake that can be used material for alternative fertilizer and reducing soil degradation after sugarcane cultivation in Khon Kaen Province. The sugarcane fields at Amphoe Chum Phae, Khon Kaen Province was conducted. A randomized complete block experiment design was used with 10 fertilizer (F) / filter cake (FC kg/Rai) with 3 replications. Three levels of soil improvement were the main-plots comprising without soil amendment with soil amendment of 200 kg/rai fertilizer and with soil amendment of 100 kg/rai fertilizer and filter cake. Sub-subplots consisted of 8 levels of nutrients from filter cake application i.e. 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 kg/rai. The objective is to reduce soil degradation after sugarcane cultivation and study is to investigate the growth yield and Commercial Cane Sugar that can be used for sugarcane cultivation.

คำสำคัญ: กากตะกอนหม้อกรอง ปุ๋ยทางเลือก ลดการเสื่อมโทรมของดิน

Keywords: Filter cake, Alternative fertilizer, Soil degradation

¹Correspondent author : mix8276@gmail.com

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** อาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



บทนำ

อุตสาหกรรมน้ำตาลทรายในประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตและส่งออกคิด 1 ใน 3 ของโลก ทำให้การปลูกอ้อยในปัจจุบันเป็นระบบโรงงานขนาดใหญ่ทำให้มีความต้องการอ้อยในปริมาณมากเพื่อนำมาผลิตน้ำตาลทราย ก่อให้เกิดมีความต้องการเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้นทำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากในการเพาะปลูกอ้อยซึ่งเป็นตัวเร่งทำให้เกิดสภาวะดินเสื่อมโทรมหลังจากการเพาะปลูกมากขึ้น โดยพบว่าวัสดุเหลือใช้จากโรงงานน้ำตาล เช่น ชานอ้อย กากตะกอนหม้อกรอง และกากน้ำตาล นั้นเป็นที่นิยมนำผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพกันอย่างแพร่หลาย [1]

ในส่วนงานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับกากตะกอนหม้อกรอง (Filter Cake) ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ปริมาณมากจากกระบวนการผลิตน้ำตาลที่ได้จากการแยกตะกอนออกจากน้ำอ้อยในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อนำน้ำอ้อยไปผลิตเป็นน้ำตาลทรายโดยการกรองผ่านหม้อกรองสุญญากาศ (vacuum rotary filter) ปริมาณของกากหม้อกรองในแต่ละโรงงานประมาณ 3-9 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการผลิตของแต่ละโรงงานหรือคิดเป็นกากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทรายในประเทศไทยเท่ากับ 1.5-4.5 ล้านตันต่อปี จากการศึกษาสมบัติบางประการพบว่า มีค่า pH 6.72 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) 42.03% มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.13% ทำให้ผู้วิจัยคาดว่ากากตะกอนหม้อกรองจะช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีและการเสื่อมโทรมของดินหลังการเพาะปลูกได้ อีกทั้งสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหาร และเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินหลังจากการปลูกอ้อยเสร็จสิ้น ทำการทดลองในพื้นที่ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดขอนแก่น โดยทำแปลงปลูกอ้อยโดยมีการออกแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ซ้ำรับสูตรทดลอง 10 แปลงทดลอง (ปุ๋ย 100% + กากตะกอนหม้อกรอง 0 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 200 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 400 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 600 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 800 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 1000 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 1200 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 1400 กก./ไร่, ปุ๋ย 50% + กากตะกอนหม้อกรอง 1600 กก./ไร่) โดยแปลงทดลองมีการทำซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ตำรับสูตรทดลอง ที่ 1 เป็นตัวควบคุม (ปุ๋ย 0% + กากตะกอนหม้อกรอง 0 กก./ไร่) เนื่องจากพบว่าการเจริญเติบโต ผลผลิต และความหวานของอ้อย มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณธาตุอาหารในแต่ละตำรับ สามารถนำมาศึกษาวิธีการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยปลูกและอ้อยดอที่ปลูกในพื้นที่ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดขอนแก่น สำหรับนำไปใช้ในการเพิ่มปริมาณผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อใช้ประโยชน์ของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานผลิตน้ำตาลเพื่อลดปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำตาล
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้กากตะกอนหม้อกรอง ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และความหวานของอ้อย
3. เพื่อศึกษาการลดความเสื่อมโทรมของดินจากการใช้ตะกอนหม้อกรองในการปลูกอ้อย

วัสดุ/วิธีการ

1. การเตรียมวัสดุ

- 1.1 ท่อนพันธุ์อ้อย ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3

1.2 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 59.22 กิโลกรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 16.17 กิโลกรัม และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 122.92 กิโลกรัม ทั้งหมดรวม 200 กิโลกรัม

1.3 วัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ กากตะกอนหม้อกรองสด (filter cake) ที่ได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลมิตรผล ภูเก็ต

2. วิเคราะห์คุณภาพดินก่อนการปลูกและหลังการปลูกอ้อย

การวิเคราะห์ดิน ทำโดยเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 0-20 นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) อินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black (Jackson, 1958) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช วิเคราะห์โดยการสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ spectrophotometer โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้วิเคราะห์โดยการสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 (Chapman, 1965) และวัดด้วยเครื่อง atomic

3. การวิเคราะห์ข้อมูลพืช

การเก็บข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลพืช เก็บตัวอย่างอ้อยที่อายุ 12 เดือน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดย 1. การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยต่อปริมาณการให้ปุ๋ยในแต่ละตำรับสูตรปุ๋ย เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย 2. การวัดผลผลิตเป็นการนำข้อมูลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตมาประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของอ้อยแต่ละตำรับสูตรต่อไร่บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตตามวิธีการของสถาบันวิจัยพืชไร่ (2540) ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำในพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตน้ำหนักลำ ความหวานโดยการวัดค่าบรีกซ์บริเวณกึ่งกลางลำด้วย Refractometer

4. การเตรียมแปลงทดลอง

การดำเนินการทดลองในพื้นที่บริเวณ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น วิธีการเตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ประกอบด้วย 10 แปลงทดลอง แต่ละแปลงย่อยมีจำนวนร่อง 5 แถว แต่ละแถวมีระยะห่างกัน 1 เมตร 80 เซนติเมตร ส่วนการปลูกกระทำโดยการเตรียมท่อนพันธุ์ โดยตัดท่อนพันธุ์อ้อยให้มีจำนวน 3 ตา จากนั้นนำไปปลูกโดยมีระยะปลูกระหว่างท่อนห่างกัน 50 เซนติเมตร ซึ่งวัดจากกึ่งกลางท่อนหนึ่งถึงกึ่งกลางของอีกท่อนหนึ่ง โดยมีการวางแผนทดลอง 10 ตำรับสูตรทดลอง ทำซ้ำ 3 ซ้ำ ขั้นตอนวิธีการปรับปรุงดินมี 3 วิธี ได้แก่ 1) ไม่มีการปรับปรุงดิน 2) การใช้ปุ๋ยเคมี 100% (200 กก./ไร่) 3) การลดปริมาณปุ๋ยเคมี 50% (100 กก./ไร่) ร่วมกับการใช้กากตะกอนหม้อกรอง (200 – 1600 กก./ไร่) วิธีการปลูกอ้อยใช้ระยะแถวปลูก 1.80 เมตร ระยะระหว่างกอ 0.50 เมตร ในกระบวนการให้ปุ๋ยและกากตะกอนหม้อกรอง ด้วยวิธีการใส่ร่องพื้นพร้อมการปลูกอ้อย ในอัตราครึ่งส่วนตามแต่ละตำรับที่กำหนด การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยมีอายุ 120 วัน โดยการใส่ในอัตราอีกครึ่งส่วนที่เหลือตามแต่ละตำรับ (ตารางที่ 1) โดยโรยข้างแถวปลูกอ้อยห่างประมาณ 15 เซนติเมตร

ผลการศึกษา

1. สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของกากตะกอนหม้อกรอง

กากตะกอนหม้อกรองอ้อยที่ใช้ในการศึกษามีความชื้น 36.4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้า 3.8 เดซิซีเมนต่อเมตร อยู่ในระดับที่ค่อนข้างน้อย มีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อยครบทุกธาตุทั้งในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อ



ไร่จะมีปริมาณธาตุอาหารประกอบด้วยไนโตรเจน 10.8 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 3.3 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 7.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร (ตารางที่ 3) กากตะกอนหมักกรองสามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้

2. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนการทดลอง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ทำการทดลอง พบว่า มีเนื้อดินเหนียวปนทราย ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีปริมาณน้อยจนเครื่องมือไม่สามารถตรวจสอบได้ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ดินพบว่าดินดังกล่าวเป็นดินเนื้อหยาบและมีความแน่นทึบ ควรปรับปรุงดินปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มช่องว่างในดินทำให้ดินโปร่ง และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีของดิน เหมาะสำหรับการทำการทดลอง โดยใช้วัสดุปรับปรุงดิน

3. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินระยะทดลอง 120 วันและหลังจากการเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่นำมาจากแปลงทดลอง จากนั้นทำการตรวจวัดโดยใช้พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน แอมโมเนียมไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในส่วนผลการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ในระยะทดลองปลูก 120 วันและหลังจากการเก็บเกี่ยวมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

จากผลทดลองพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินมีการเปลี่ยนแปลงจากดินในแปลงควบคุมที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน 6.4 รวมถึงแปลงที่ใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ในการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างในดินมีการปรับคุณสมบัติ เป็นกลาง ไปจนถึงเป็นด่างอ่อน ตามปริมาณของการผสมกากตะกอนหมักกรอง เนื่องจากตัววัสดุปรับปรุงดินกากตะกอนหมักกรองนั้นมีคุณสมบัติเป็นด่างอ่อน 2. (ตารางที่ 2) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกลาง (ภาพที่ 1b) ทุกตำรับแปลงทดลองยกเว้นตำรับที่ S1 ที่มีความเป็นกรดเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ากากตะกอนหมักกรองมีคุณสมบัติที่สามารถปรับความเป็นกรดของดินในแปลงทดลองได้ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชได้

3.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน

จากการทดลองค่าการนำไฟฟ้าของดิน พบว่าตัวอย่างดินในแปลงทดลองขณะปลูกทุกตำรับมีแนวโน้มที่มีค่าความเค็มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2c) ตามปริมาณการผสมของกากตะกอนหมักกรองแต่ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตกับอ้อยในแปลงทดลองทุกตำรับ เมื่อทดสอบค่าการนำไฟฟ้าในแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยว ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 2.4 – 3.2 dS/m (ภาพที่ 2d) สรุปได้ว่าปริมาณของกากตะกอนหมักกรองมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงทดลอง แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่าการเจริญเติบโตของพืชหรือผลผลิตของพืช

3.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

การทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแปลงทดลองพบว่าแต่ละตำรับมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากในแปลงทดลองแต่ละตำรับสูตรมีการเพิ่มขึ้นของอินทรีย์วัตถุเพิ่มตามปริมาณกากตะกอนหมักกรอง โดยตำรับที่ 6 ถึงตำรับที่ 10 มีค่าอินทรีย์วัตถุสูง ยกเว้นตำรับที่ 1 และตำรับที่ 2 ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุต่ำเนื่องจากไม่มีการผสมกากตะกอนหมักกรอง และตำรับที่ 9 เนื่องจากตำรับการทดลองถูกน้ำขังระหว่างการทดลอง (ภาพที่ 3f) เมื่อตรวจสอบการทดลองยังพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุหลังจากการเก็บเกี่ยวทุกตำรับอยู่ระหว่างปานกลางถึงสูง แต่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเนื่องจากการย่อยสลายของกากตะกอนหมักกรอง (ภาพที่ 3g)

3.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

จากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินทั้งขณะทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวใน ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าคาร์บอนี๋ยที่มีการเพิ่มปริมาณของกากตะกอนหม้อกรอง ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยใกล้เคียงกันและมีมากกว่าแปลงทดลองที่มีการใช้สูตรปุ๋ยทดลองเพียงอย่างเดียว (0.22 %-0.28 % โดยมวล) ผลการทดลองทำให้ทราบว่าคาร์บอนี๋ยเคมีและเพิ่มปริมาณกากตะกอนหม้อกรองสามารถทดแทนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดให้ใกล้เคียงกับการใช้เฉพาะปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวได้

3.5 ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดิน

จากการทดลองปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดินแปลงทดลองทั้งขณะทดลองและหลังการเก็บเกี่ยว ดังภาพที่ 5 พบว่าในแปลงทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณ 200 กก./ไร่ มีผลโดยตรงต่อปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ต่ำกว่าแปลงทดลองคาร์บอนี๋ย โดยพบว่าในแปลงทดลองที่มีการใส่กากตะกอนน้ำตาล 1,400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 100 กก./ไร่ ให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมากที่สุด คือ 32.93 มก./กก. อีกทั้งยังพบว่าหลังจากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วปริมาณแปลงทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณ 200 กก./ไร่ มีปริมาณแอมโมเนียมในดิน คือ 13.97 มก./กก. มีค่าใกล้เคียงกับในแปลงทดลองที่มีการใส่กากตะกอนน้ำตาล 1,400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 100 กก./ไร่ มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมากที่สุด คือ 16.27 มก./กก. สรุปได้ว่าปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีปริมาณตามการใส่กากตะกอนหม้อกรองลงไปแปลงทดลอง

3.6 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในดิน

จากการทดลองปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของในดินของแปลงทดลองทั้งขณะทดลองและหลังการเก็บเกี่ยว ดังภาพที่ 6 พบว่าในแปลงทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณ 200 กก./ไร่ มีปริมาณไนเตรทในดินที่สูงกว่าแปลงทดลองคาร์บอนี๋ย โดยพบว่าในแปลงทดลองที่มีการใส่กากตะกอนน้ำตาล 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 100 กก./ไร่ ให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในดิน ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และหลังจากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วปริมาณแปลงทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณ 200 กก./ไร่ มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในดินที่ ใกล้เคียงกับในแปลงทดลองที่มีการใส่กากตะกอนน้ำตาล 1,600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 100 กก./ไร่ สรุปได้ว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีปริมาณมากตามการใส่กากตะกอนหม้อกรองลงไปแปลงทดลองและยังทดแทนการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวได้

3.7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

จากการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยการเพิ่มกากตะกอนหม้อกรองผสมกับปุ๋ยเคมี 100 กก./ไร่ ดังภาพที่ 7 แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว 200 กก./ไร่ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด คือคาร์บอนี๋ย 10 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.28 มก./กก. เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.1 มก./กก. จากนั้นทำการตรวจสอบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลังจากการเก็บเกี่ยว พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดยังคงเป็นคาร์บอนี๋ยที่ 10 ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.05 มก. สรุปได้ว่ากากตะกอนหม้อกรองสามารถใช้แทนปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินได้

3.8 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

จากการทดลองศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยการเพิ่มกากตะกอนหม้อกรองผสมกับ ปุ๋ยเคมี 100 กก./ไร่ ดังภาพที่ 8 แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว 200 กก./ไร่ พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันซึ่ง เมื่อเทียบกับกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวที่มีปริมาณ



โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 7.85 มก./กก. จากนั้นทำการตรวจสอบปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลังจากการเก็บเกี่ยว พบว่าปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุดยังคงเป็นตำรับปุ๋ยที่ 10 ที่มีปริมาณโพแทสเซียม 6.96 มก./กก. ทั้งนี้อาจสรุปได้ว่ากากตะกอนหม้อกรองสามารถใส่แทนปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินได้แต่จำเป็นต้องใช้ในปริมาณจำนวนมาก

4. การเก็บข้อมูลพืช

การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดย 1) การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยต่อปริมาณการให้ปุ๋ยในแต่ละตำรับสูตรปุ๋ย เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย 2) การวัดผลผลิตเป็นการนำข้อมูลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตมาประเมิน

4.1 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

เมื่ออ้อยที่ทำการปลูกในแปลงทดลองมีอายุได้ 3 เดือน ทำการตรวจนับอัตราการงอกของอ้อยทุกแถวในแต่ละแปลงทดลองพบว่า ทุกตำรับแปลงทดลองมีอัตราการงอกเท่ากัน คือ 90% และมีจำนวนลำในแปลงทดลอง 8 ลำ/เมตร

4.2 การวัดผลผลิต

เมื่ออ้อยที่ทำการปลูกในแปลงทดลองมีอายุได้ 12 เดือน ทำการวัดน้ำหนักลำ ความสูงเฉลี่ย เส้นผ่านศูนย์กลาง และปริมาณผลผลิตต่อไร่ ดังตารางที่ 5 สรุปได้ว่า แปลงทดลองตำรับที่ 1 ที่ใช้เป็นแปลงควบคุมมีผลผลิตและคุณภาพของอ้อยที่ต่ำที่สุด โดยมีน้ำหนักต่อลำที่ 2.1 กิโลกรัม มีความสูงเฉลี่ย 170 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เซนติเมตร และให้ผลผลิตต่อไร่ที่ 13 ตัน/ไร่ โดยตำรับที่ 2 ซึ่งใช้ปริมาณปุ๋ยเคมี 200 กิโลกรัม/ไร่ มีน้ำหนักต่อลำที่ 4.2 กิโลกรัม มีความสูงเฉลี่ย 311 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.2 เซนติเมตร และให้ผลผลิตต่อไร่ที่ 27 ตัน/ไร่ จากการนำตำรับปุ๋ยที่ลดปริมาณเคมีเหลือ 100 กิโลกรัม/ไร่ ใช้ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองที่มีศักยภาพเทียบเท่าปุ๋ยเคมีหรือดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี คือตำรับที่ 6 ถึง ตำรับที่ 10 ซึ่งจากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักต่อลำ ความสูงเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และให้ผลผลิตต่อไร่ มีความเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากความสามารถของอ้อยในการดูดธาตุอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโตมีขีดจำกัดจึงทำให้ไม่มีผลแตกต่างกันในการวิเคราะห์

4.3 การคำนวณความหวานของอ้อยแต่ละตำรับ

การวัดปริมาณความหวานของอ้อยทำการวัดปริมาณ ที่อ้อยมีอายุได้ 12 เดือนก่อนการตัด 2 อาทิตย์ ทั้งนี้พบว่าความหวานของอ้อยในแปลงทดลองตำรับที่ไม่มีการปรับคุณภาพของดิน มีค่าความหวาน ที่ 7.1 CCS (ตารางที่ 3) รวมถึง ทำการวัดค่าความหวานของตำรับที่มีการใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับ ตำรับที่มีการใช้ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองในอัตราส่วน 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) พบว่าการใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ 9.2 CCS เปรียบเทียบกับตำรับที่มีค่าความหวานที่ใกล้เคียงกับ การใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ คือ ตำรับ 7 และตำรับ 8 มีค่าการ CCS 9.1 และ 9.3 ตามลำดับ จากการศึกษาสรุปได้ว่า ค่าความหวานในแต่ละตำรับแปลงทดลองจะขึ้นอยู่กับปริมาณ ธาตุอาหารที่มีปริมาณไม่เท่ากัน

5. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากผลผลิต

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากผลผลิตทำให้ทราบว่ามีปัจจัยทั้ง 3 วิธีคือ การไม่ปรับปรุงดิน การใช้ปุ๋ยเคมี 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากตะกอนหม้อกรอง เป็นตัวกำหนดทั้ง ปริมาณผลผลิต ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากผลผลิต ดังตารางที่ 6 โดยการไม่ปรับปรุงดินมีต้นทุนถูกที่สุด อยู่ที่ 8,750 บาท ได้ปริมาณผลผลิต 12,992 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลตอบแทนจากผลผลิต 4,921 บาท เนื่องจากไม่มีการใช้ปุ๋ยจึงทำให้ราคาต้นทุนถูกที่สุด แต่ต่างจากการใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนจากราคาปุ๋ยและการผลิตอ้อย 11,330 บาท ได้ปริมาณผลผลิต 27,645 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลตอบแทนจากผลผลิต 18,166 บาท และตำรับทดลอง ที่มีปริมาณผลผลิตใกล้เคียง

กับการใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ คือ ค่ารับที่ 6 ได้ปริมาณผลผลิต 28,897 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลตอบแทนจากผลผลิต 17,080 บาท แต่มีต้นทุนจากราคาปุ๋ยและการผลิตอ้อย 13,768 บาท เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ปริมาณกากตะกอนหม้อกรองเป็นจำนวนมากจึงทำให้มีราคาปุ๋ยที่สูงขึ้นตามลำดับ ดังตารางที่ 6

สรุปผลการวิจัย

การใช้กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทรายนำมาทดลองร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมีของดิน และมีต่อปริมาณผลผลิตอ้อยต่อไร่ โดยจากผลการวิเคราะห์ค่ารับสูตรปุ๋ยที่ผสมรวมกับกากตะกอนหม้อกรอง คือ กากตะกอนหม้อกรองเมื่อนำมาผสมในดินแปลงทดลองสามารถ ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็นกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในแปลงทดลองเพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น อีกทั้งหลังจากการเก็บเกี่ยวอ้อยสิ้นสุดแล้วยังมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในแปลงทดลอง และปริมาณธาตุอาหารในดินที่เพียงพอในการใช้บำรุงอ้อยต่อได้ การปรับปรุงดินกากตะกอนหม้อกรอง 600 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถยกระดับผลผลิตอ้อยได้เทียบเท่ากับการใช้การใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีปริมาณต้นทุนที่สูงขึ้นตามปริมาณกากตะกอนหม้อกรองตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัย นางสาววัสสิกา เข้มจรรรยา นางสาวกานต์มณี ทองศรี นางสาวนุชจรินทร์ จันทร์แจ่ม และภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการทำงานวิจัยให้สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. Land Development Department. Soil Remediation with compost and Effective Microorganisms for crop production. source:http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=130:2010-05-07-08-10-57&catid=58&Itemid=68, June 11 2016. 2007. Thai.
2. Peerasak S. Thailand sugar and sugar industry in the next decade. Sugar J. 34(2): 1-7. 1998. Thai.
3. Rewat J, Soonthorn D, Sayan T ,Wisem D. Study on Organic Fertilizer Production from Mono sodium Glutamate Industry waste and Filter Press Cake. Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bangkok. 2006. Thai.



ตารางที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีและกากตะกอนหมักกรอง ตามตำรับการทดลอง

ตำรับทดลอง	ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1		ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 (120 วัน)	
	ปุ๋ย (kg)	กากตะกอนหมักกรอง (kg)	ปุ๋ย (kg)	กากตะกอนหมักกรอง (kg)
S1 = Control	-	-	-	-
S2 = F _{100%}	100	-	100	-
S3 = F _{50%} +FC ₂₀₀	50	100	50	100
S4 = F _{50%} +FC ₄₀₀	50	200	50	200
S5 = F _{50%} +FC ₆₀₀	50	300	50	300
S6 = F _{50%} +FC ₈₀₀	50	400	50	400
S7 = F _{50%} +FC ₁₀₀₀	50	500	50	500
S8 = F _{50%} +FC ₁₂₀₀	50	600	50	600
S9 = F _{50%} +FC ₁₄₀₀	50	700	50	700
S10 = F _{50%} +FC ₁₆₀₀	50	800	50	800

หมายเหตุ F คือ ปุ๋ยเคมีสูตรทดลองในอัตรา 200 กก.ต่อไร่

FC คือ กากตะกอนหมักกรอง

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกากตะกอนหมักกรอง

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์	ปริมาณธาตุอาหารต่อ 1,000 กก.
pH [1:2]	7.3	
EC [1:10]	3.8 dS/m	
N	1.08 %	10.8 กก.
P	0.33 %	3.3 กก.
K	0.79 %	7.9 กก.

ตารางที่ 3 กำหนดมาตรฐานคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งิ่ที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
3	ปริมาณหิน และกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.5 – 8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20 : 1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร - ไนโตรเจน (total N) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก - ฟอสฟอรัส (total P2O5) ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก - โพแทสเซียม (total K2O) ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก	
10.	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
	สารหนู (Arsenic)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
	แคดเมียม (Cadmium)	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
	โครเมียม (Chromium)ทองแดง (Copper)	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
11.	ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
	ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม



ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินตัวอย่างก่อนการทดลอง

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์	ปริมาณธาตุอาหารต่อ 1,000 กก.
เนื้อดิน	ดินเหนียวปนดินทราย	
pH [1:2]	5.9	
EC [1:10]	1.2 dS/m	
OM	1.5 %	
N.	0.083 %	0.83 กก.
P	nd	- กก.
K	nd	- กก.
Ca	nd	- กก.
Mg	0.60 %	6 กก.

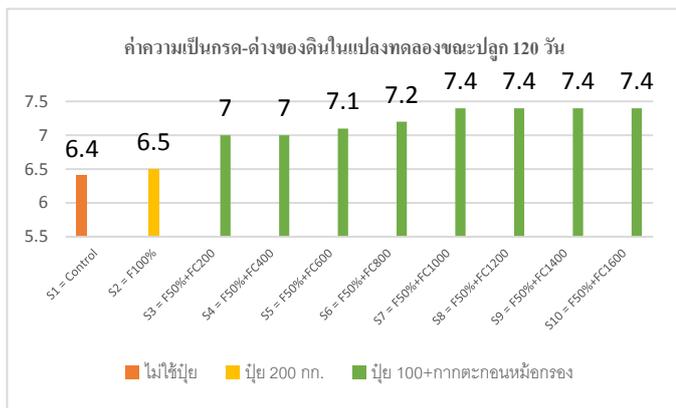
หมายเหตุ nd = nondetected

ตารางที่ 5 การวัดผลผลิต

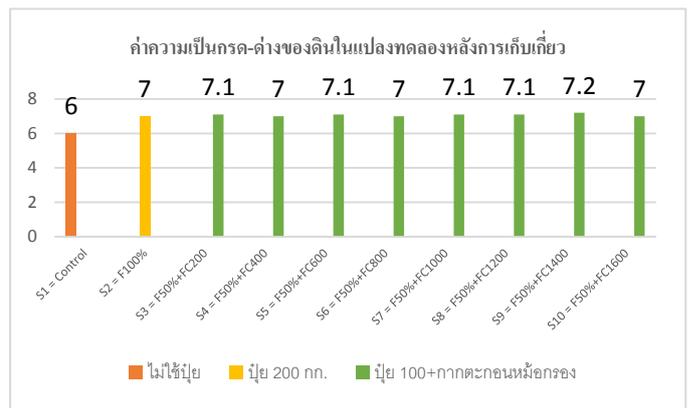
ตำรับทดลอง	น้ำหนัก (ลำ/กก.)	ความสูงเฉลี่ย (ชม./ไร่)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (ชม.)	ค่าความหวาน (CCS)	น้ำหนัก/ไร่ (กก./ไร่)
S1 = Control	2.1	170	2.4	7.1	12,992
S2 = F _{100%}	4.2	311	4.2	9.2	27,645
S3 = F _{50%} +FC ₂₀₀	3.3	243	4.0	7.2	22,030
S4 = F _{50%} +FC ₄₀₀	3.7	265	4.0	7.6	24,350
S5 = F _{50%} +FC ₆₀₀	4.2	293	4.1	8.2	26,039
S6 = F _{50%} +FC ₈₀₀	4.4	325	4.1	8.3	28,897
S7 = F _{50%} +FC ₁₀₀₀	4.5	327	4.0	9.1	29,109
S8 = F _{50%} +FC ₁₂₀₀	4.6	338	4.0	9.3	30,050
S9 = F _{50%} +FC ₁₄₀₀	4.7	347	4.1	10.1	30,864
S10 = F _{50%} +FC ₁₆₀₀	4.8	355	4.1	10.3	31,554

ตารางที่ 6 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากผลผลิต

ตำรับทดลอง	ราคาปุ๋ย+กาก	ต้นทุนการผลิต	ปริมาณผลผลิต	ผลตอบแทนจาก
	ตะกอนหมักกรอง			
S1 = Control	-	8,750	12,992	4,921
S2 = F _{100%}	2,580	8,750	27,645	18,166
S3 = F _{50%} +FC ₂₀₀	2,798	8,750	22,030	11,884
S4 = F _{50%} +FC ₄₀₀	3,538	8,750	24,350	13,650
S5 = F _{50%} +FC ₆₀₀	4,278	8,750	26,039	14,725
S6 = F _{50%} +FC ₈₀₀	5,018	8,750	28,897	17,080
S7 = F _{50%} +FC ₁₀₀₀	5,758	8,750	29,109	16,570
S8 = F _{50%} +FC ₁₂₀₀	6,498	8,750	30,050	16,846
S9 = F _{50%} +FC ₁₄₀₀	7,238	8,750	30,864	16,986
S10 = F _{50%} +FC ₁₆₀₀	7,978	8,750	31,554	16,990

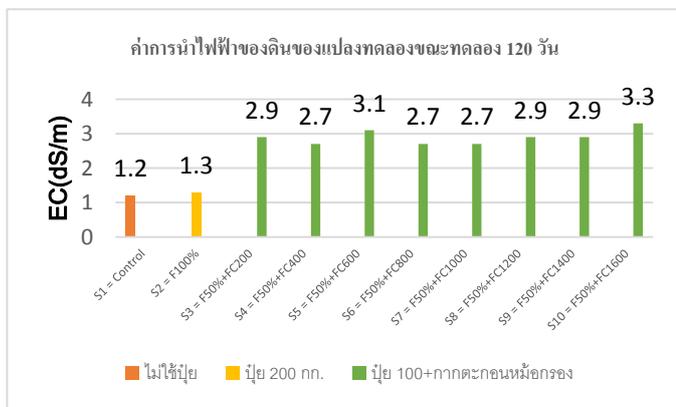


[a]

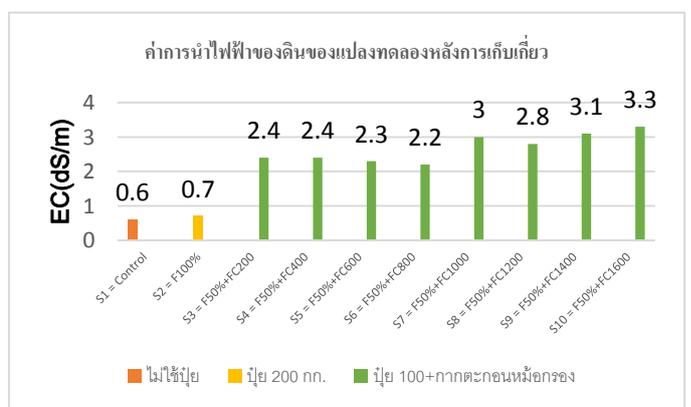


[b]

ภาพที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [a] และหลังการเก็บเกี่ยว [b]

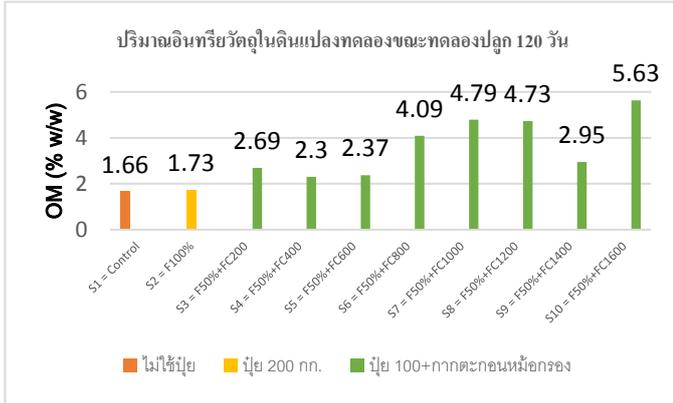


[c]

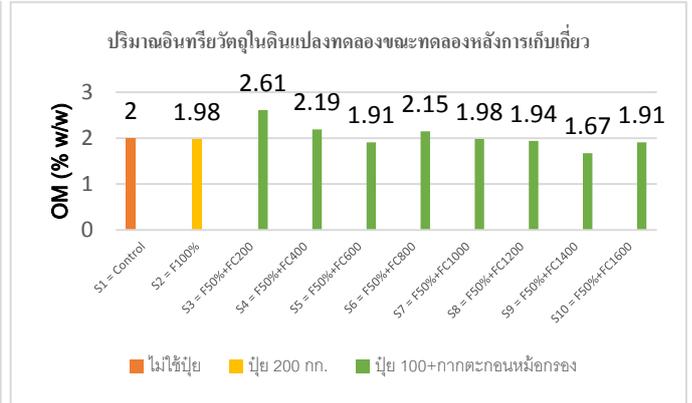


[d]

ภาพที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินของแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [c] และหลังการเก็บเกี่ยว [d]

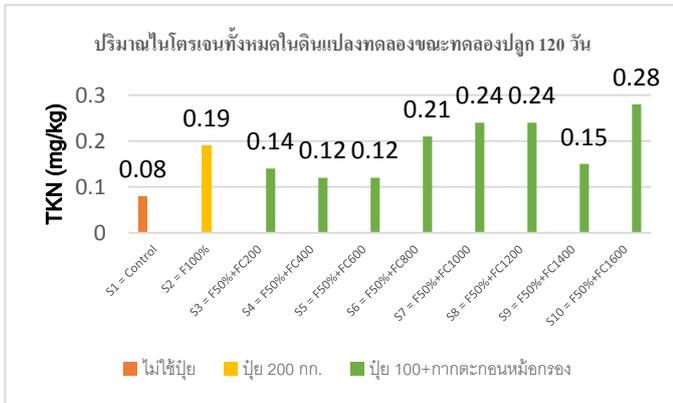


[f]

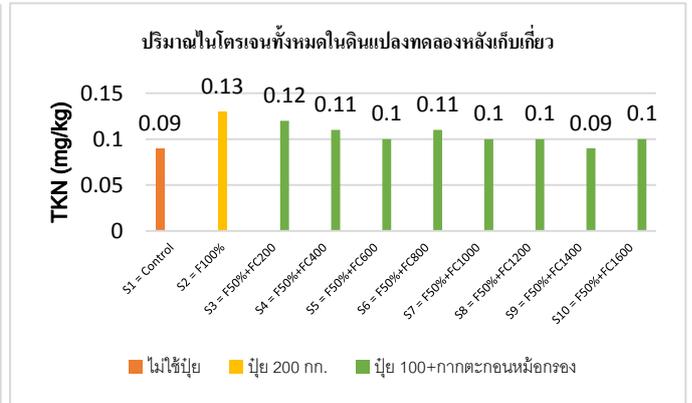


[g]

ภาพที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [f] และหลังการเก็บเกี่ยว [g]

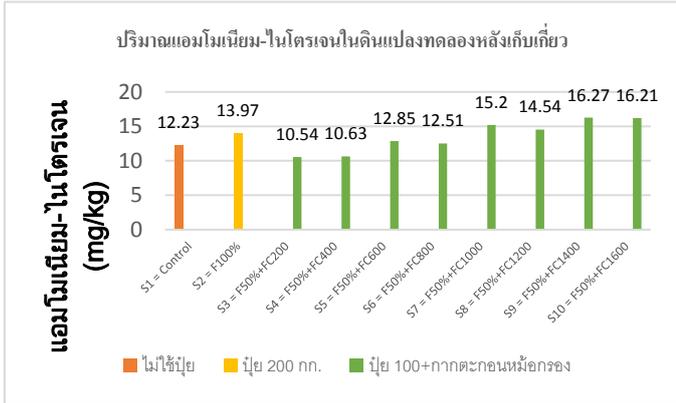


[h]

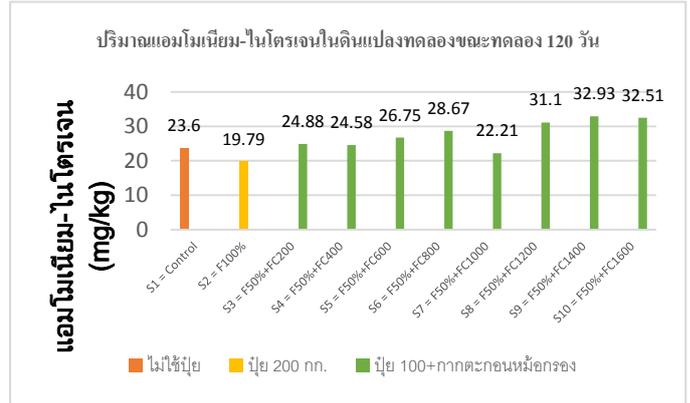


[i]

ภาพที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [h] และหลังการเก็บเกี่ยว [i]

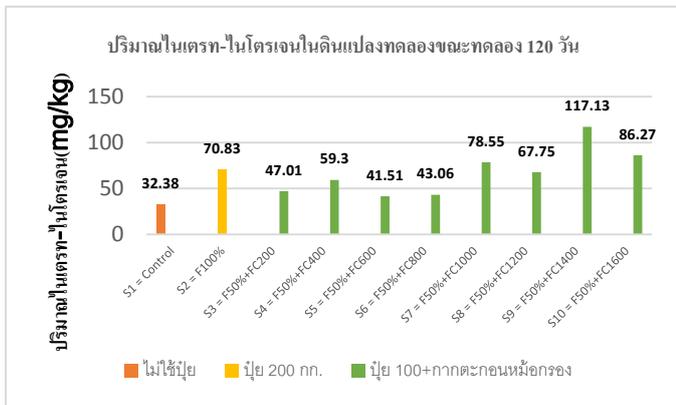


[j]

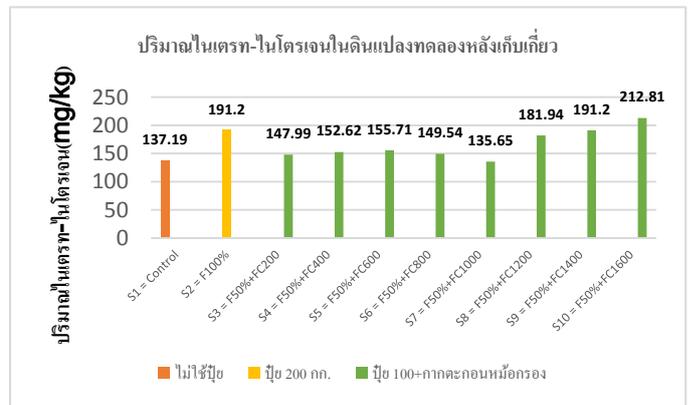


[k]

ภาพที่ 5 ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดินแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [j] และหลังการเก็บเกี่ยว [k]

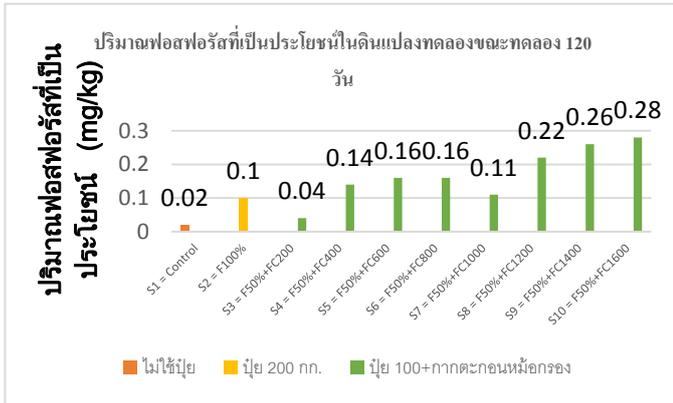


[l]

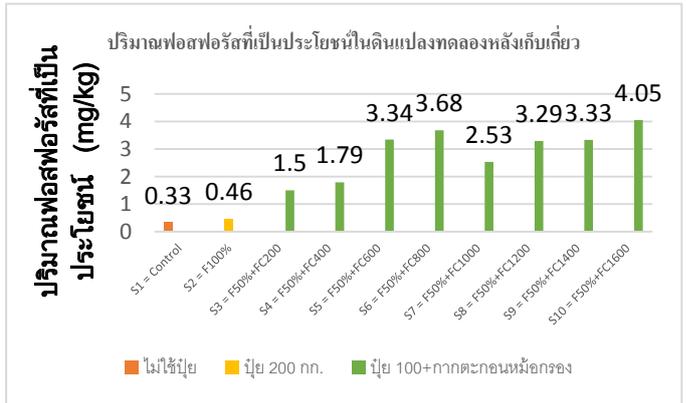


[m]

ภาพที่ 6 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในดินแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [l] และหลังการเก็บเกี่ยว [m]

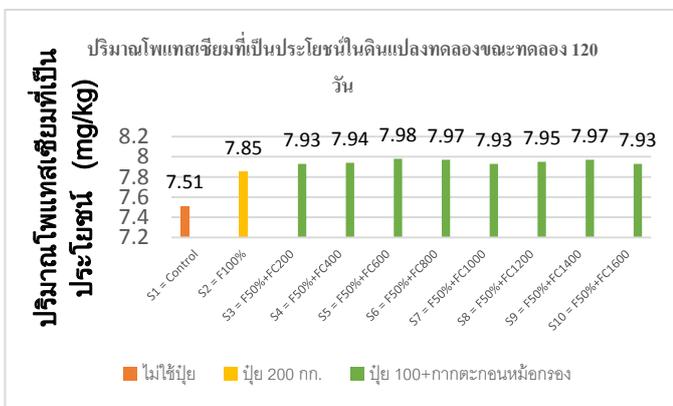


[น]

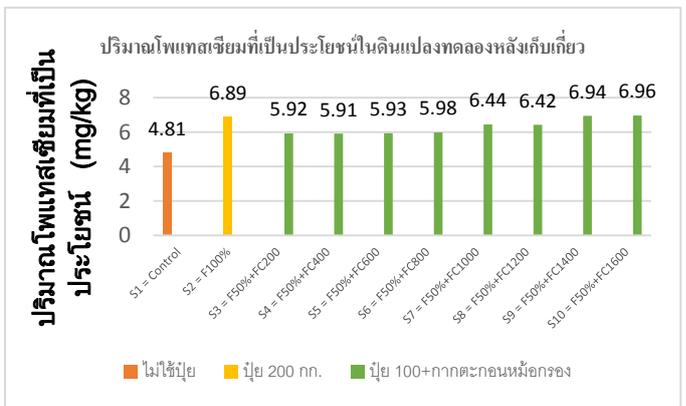


[อ]

ภาพที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแปลงทดลองขณะปลูก 120 วัน [น] และหลังการเก็บเกี่ยว [อ]



[ป]



[จ]

ภาพที่ 8 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินขณะปลูก 120 วัน [ป] และหลังการเก็บเกี่ยว [จ]