

## รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองสิ้นสุด

---

**ชุดโครงการวิจัย :** วิจัยและพัฒนาการเพิ่มผลผลิตอ้อย

**โครงการวิจัย :** วิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำ และปุ๋ยอ้อย

**กิจกรรม :** การวิจัยและพัฒนาดิน การจัดการและปุ๋ยอ้อย

**กิจกรรมย่อย :** วิจัยและพัฒนาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหาร

**ชื่อการทดลอง :** การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว : ชุดดินวังไฮ  
Plant Nutrients Management for Sugarcane Grown on Clay Soils:  
Wang Hai soil series

### คณะผู้ดำเนินงาน

**หัวหน้าการทดลอง :** ดาวรุ่ง คงเทียน สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

**ผู้ร่วมงาน :** ศุภกาญจน์ ล้วนมณี<sup>1/</sup> กอบเกียรติ ไพบูลย์เจริญ<sup>2/</sup>

สมควร คล่องช้าง<sup>3/</sup>

**บทคัดย่อ :** ศึกษาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียวชุดดินวังไฮ เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของอ้อยที่ปลูกบนดินเหนียว ชุดดินวังไฮ สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่กับอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยดำเนินการในไร่เกษตรกรอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก ได้แก่ ไม่ปรับปรุงดิน และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ ปัจจัยรอง ได้แก่ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์ LK92 - 11 ปัจจัยย่อยเป็นอัตราปุ๋ย ได้แก่ 1) 0-9-18 2) 3-9-18 3) 6-9-18 และ 4) 9-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ ผลการทดลองพบว่า การปรับปรุงดินและพันธุ์อ้อยมีผลต่อการให้ผลผลิตอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกอ้อยในดินเหนียวชุดดินวังไฮ โดยไม่มีการปรับปรุงดินจะทำให้ผลผลิตต่ำทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ โดยให้ผลผลิต 12.90 และ 14.66 ตัน/ไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อทำการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 15.40 ตัน/ไร่ ในอ้อยปลูก และ 20.19 ตัน/ไร่ ในอ้อยต่อ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพันธุ์พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตในดินเหนียวชุดดินวังไฮสูงกว่า และให้กำไรสุทธิมากกว่าอ้อยพันธุ์ LK92 - 11 โดยอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิต 15.25 ตัน/ไร่ ในอ้อยปลูก และ 17.70 ตัน/ไร่ ในอ้อยต่อ ขณะที่อ้อยพันธุ์ LK92 - 11 ให้ผลผลิต 13.10 ตัน/ไร่ ในอ้อยปลูก และ

17.15 ต้น/ไร่ ในอ้อยต่อ และพบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่าอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ไม่ปรับปรุงดิน

1/ สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

2/ สังกัด สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

3/ สังกัด สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 6-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ แต่ถ้าปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 3-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ ส่วนอ้อยปลูกพันธุ์ LK92-11 ถ้าไม่ปรับปรุงดินควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 3-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 9-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ สำหรับอ้อยต่อเมื่อไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 6-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ ขณะที่อ้อยพันธุ์ LK92 - 11 ควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 9-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ และเมื่อมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 3-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ และอ้อยพันธุ์ LK92 - 11 ควรใส่ปุ๋ยเคมีระดับ 9-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน

**คำสำคัญ:** ดินเหนียว ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัส ปุ๋ยโพแทสเซียม มูลไก่เกลบ ชุดดินวังไฮ

**Abstract :** The response of sugarcane to nutrient management in Wang Hai soil series, clayey soil had been investigated. This study aimed to get the recommendation of fertilizer application for sugarcane grown on clay soils. The experiment was conducted on Wang Hai soil series in farmer field at Tatako district, Nakhon sawan Province. An experiment on Wang Hai soil was statistical designed in split-split plot with 3 replications which main plot comprised 1) without soil amendment and 2) amendment with 800 kg/rai of chicken manure. Sub plots were sugarcane varieties i.e. Khon Kaen 3 and LK92-11. Sub sub plots were fertilizer application rates i.e. 0-9-18, 3-9-18, 6-9-18 and 9-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai. The results showed that the use of soil amendment and sugarcane variety significantly affected sugarcane yield. The sugarcane grown on Wang Hai clay soil without using soil amendment showed lower yield at 12.90 and 14.66 t/rai in plant cane and ratoon cane, respectively. Using chicken manure as a soil amendment was able to raise

sugarcane yields to 15.40 t/rai and 20.19 t/rai in plant cane and ratoon cane , respectively. A comparison between two varieties showed that Khon Kaen 3 variety had higher production potential than LK92-11 variety. Average yield of Khon Kaen 3 variety were 15.25 t/rai in plant cane and 17.70 t/rai in ratoon cane while average yield of LK92-11 variety were 13.10 t/rai in plant cane and 17.15 t/rai in ratoon cane. It was found that using chicken manure as soil amendment can reduce the use of nitrogen fertilizer. Considering the optimum fertilizer application according to the economic returns can be concluded that without using soil amendment fertilizer application for Khon Kaen 3 plant cane should be at 6-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai. If 800 kg/rai chicken manure is applied, the fertilizer application should be reduced to 3-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai. The optimum fertilizer application for LK92-11 plant cane grown on Wang Hai clay soils without using chicken manure should be at 3-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai. If 800 kg/rai chicken manure is applied, the fertilizer application should be reduced to 9-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai. The optimum fertilizer application for ratoon cane grown on Wang Hai clay soils without using chicken manure should be at 6-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai for Khon Kaen 3 variety and 9-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai for LK92-11 variety. If using 800 kg/rai of chicken manure for soil amendment, the optimum fertilizer application should be at 3-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai for Khon Kaen 3 variety and 9-9-18 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/rai for LK92-11 variety. which was most maximize beneficial investment.

**Keywords:** nitrogen phosphorus potassium fertilizer, chicken manure, Lob Buri soil

**คำนำ :** อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ และยังมีศักยภาพสูงเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปน้ำอ้อยสด กากน้ำตาล และมวลชีวภาพ (ลิกโนเซลลูโลส) ในปี 2552/53 มีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 6,516,378 ไร่ และกระจายอยู่ตามภาคต่างๆ ในภาคกลางประมาณ 2,042,227 ไร่ หรือ 31.3 % และภาคเหนือประมาณ 1,252,193 ไร่ หรือ 19.2 % ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.0 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) จากแนวนโยบายการพัฒนาอ้อยที่ให้รักษาพื้นที่ปลูก 7.0 ล้าน

ไร่ และเพิ่มผลผลิตต่อไร่จาก 9.7 ตัน ในปี 2550 เป็น 15 ตัน ในปี 2555 ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้มีศักยภาพสูงขึ้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้ว่างานวิจัยด้านนี้ได้ดำเนินการมาบ้างแล้ว แต่ผลงานวิจัยเหล่านี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับทุกแหล่งปลูกทั่วประเทศ โดยเฉพาะในเขตที่มีความหลากหลายทั้งสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ) และชนิดของดิน (เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน) คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ยังสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ซึ่งเป็นคำแนะนำแบบกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการผลิตอ้อยในแต่ละภาคจึงควรดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับงานวิจัยทางด้านพันธุ์ การตอบสนองของพันธุ์ และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูกในเขตภาคกลาง ดินที่ทำการผลิตอ้อยส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์มีอยู่หลายชุดดิน ชุดดินวังไฮเป็นดินเหนียวสีแดงหรือน้ำตาล ในชั้นดินล่างอาจพบว่ามีเศษหินบางเล็กน้อย ระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีพีเอช 6.0-6.5 (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2548) จึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ดี สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

#### วิธีดำเนินการ :

##### อุปกรณ์

- พันธุ์อ้อย ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์ LK92-11
- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์
- ปุ๋ยมูลไก่เกลบ
- สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช ได้แก่ อาหาราซิน อามีทริน พาราควอท
- อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถังกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช เครื่องชั่งน้ำหนัก
- เครื่องวัดหาปริมาณน้ำตาล
- เครื่องมือต่าง ๆ สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช ได้แก่ Spectrophotometer pH meter และ Flam Photometer
- สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

##### วิธีการ

ดำเนินการทดลองในชุดดินวังไฮ (Wi) พื้นที่เกษตรกรตำบลหนองหลวง อำเภอนาทะโก จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split-split -plot มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก (Main-plot) มี 2

ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ปรับปรุงดิน 2) ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ ปัจจัยรอง (Subplot) เป็นพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์ขอนแก่น 3 และ 2) พันธุ์ LK 92-11 ปัจจัยย่อย (Sub-subplot) เป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-9-18 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่) 2) ปรับลดปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 0.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-9-18 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่) 3) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน (6-9-18 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่) และ 4) เพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9-9-18 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่) ก่อนเริ่มการทดลองเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite Sample) ก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-50 เซนติเมตร วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน ไถเตรียมดินและเปิดร่องปลูก ขนาดแปลงทดลองย่อย 9 x 9 เมตร โดยหว่านมูลไก่เกลบลงในร่องปลูกคลุกให้เข้ากับเนื้อดิน ตามกรรมวิธีที่กำหนด ปลูกอ้อยแบบระบบปลูกพืชเดี่ยว ใช้ระยะแถวปลูก 1.50 เมตร วางลำเหลื่อมสลับโคนและปลาย โดยปลูกและเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลของเกษตรกรปฏิบัติ ใส่ปุ๋ยเคมีแบบโรยในร่องก่อนปลูก 1/2 N-P-K และปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือ (1/2 N) ใส่เป็นแถวข้างร่องปลูกห่างจากแถวอ้อยประมาณ 10-15 เซนติเมตร เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือน และเก็บเกี่ยวเมื่ออ้อยอายุ 12 เดือน พนสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำ จำนวนและน้ำหนักใบสด จำนวนและน้ำหนักใบแห้ง จำนวนลำต่อกอ จำนวนลำต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตน้ำหนัสด ความหวาน (Brix)

เก็บตัวอย่างอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 12 เดือน) แปลงละ 1 กอ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 0-20 และ 20-50 เซนติเมตรจากผิวดิน หลังเก็บเกี่ยววิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 อินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Brayll และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ spectrophotometer โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 และวัดด้วย Atomic absorption Spectrophotometer

ค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอารันต์และธนรักษ์ (2534) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$MRR (\%) = (\text{กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย} \div \text{ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย}) \times 100$$

โดยมีหลักเกณฑ์ว่า การลงทุนมีความคุ้มค่า เมื่อค่า MRR เท่ากับหรือมากกว่า 100 %

## เวลาและสถานที่

- ระยะเวลาดำเนินการ : เริ่มต้นตุลาคม 2556 และสิ้นสุด กันยายน 2558
- สถานที่ดำเนินการ : ไร่อะเภตรกร บ้านพุกาม ตำบลหนองหลวง อำเภอนาทะโก จังหวัดนครสวรรค์

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. สมบัติของดิน และวัสดุปรับปรุงดิน

#### สมบัติของดิน

คุณสมบัติของดินที่ทำการทดลองชุดดินวังไฮ เป็นดินเหนียวสีแดงหรือน้ำตาล ในชั้นดินล่าง อาจพบว่ามีเศษหินบางเล็กน้อย ระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีพีเอช 6.0-6.5 และจากการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่า มีพีเอช 6.42 อินทรีย์วัตถุ 2.12 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 2.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 1)

#### วัสดุปรับปรุงดิน

คุณสมบัติของมูลไก่เกลบที่ใช้ในการปรับปรุงดิน จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 26.88 % ไนโตรเจนทั้งหมด 1.90 % ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.61 % โพแทสเซียมทั้งหมด 2.50 % (ตารางที่ 2)

### 2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

#### อ้อยปลูก ฤดูปลูกปี 2556

อ้อยที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินวังไฮที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง อ้อยปลูก ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.90 ตัน/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ (น้ำหนักแห้ง) ทำให้ผลผลิตอ้อยปลูกเพิ่มขึ้น 15.40 ตัน/ไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยอ้อยที่ปลูกในสภาพที่มีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบมีการแตกกอและให้จำนวนลำต่อไร่ และความสูงของลำสูงกว่าในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(ตารางที่ 3,4) และการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่กลบอ้อยให้ความหวาน (Brix) สูง 21.90 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 15.25 ตัน/ไร่ จำนวนลำ 9,724 ลำ/ไร่ และความสูงของลำ 272 ซม. ส่วนอ้อยพันธุ์ LK 92-11 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.10 ตัน/ไร่ จำนวนลำ 10,346 ลำ/ไร่ และความสูงของลำ 240 ซม. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3,4,5) และอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ความหวาน (Brix) 21.65 เปอร์เซ็นต์ และอ้อยพันธุ์ LK 92-11 ให้ความหวาน (Brix) 21.70 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ในขณะที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินวังไฮ โดยพบว่า อ้อยให้ผลผลิตสูงที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3, 6 และ 9 กก./ไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3, 5) และการแตกกอให้จำนวนลำต่อไร่สูงที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 6 กก./ไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) การไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ความหวาน (Brix) อ้อย 21.70 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

### **อ้อยต่อ ฤดูปลูกปี 2557**

อ้อยต่อ ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้ผลผลิตเฉลี่ย 14.66 ตัน/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่กลบอัตรา 800 กก./ไร่ (น้ำหนักแห้ง) ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 20.19 ตัน/ไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยอ้อยต่อ ในสภาพที่มีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่กลบมีการแตกกอและให้จำนวนลำต่อไร่สูงกว่าในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) และการไม่ปรับปรุงดินอ้อยให้ความหวาน (Brix) สูง 21.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 17.70 ตัน/ไร่ ความสูงของลำ 287 ซม. ส่วนอ้อยพันธุ์ LK 92-11 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.15 ตัน/ไร่ ความสูงของลำ 273 ซม. แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7, 9) โดยอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการแตกกอและให้จำนวนลำ 10,777 ลำ/ไร่ อ้อยพันธุ์ LK 92-11 มีการแตกกอและให้จำนวนลำ 12,619 ลำ/ไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์ LK 92-11 ให้ความหวาน (Brix) 21.20 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ในขณะที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของอ้อยต่อ โดยพบว่า อ้อยมีการแตกกอและให้จำนวนลำต่อไร่ และผลผลิตสูงที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 9 กก./ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับ 3 และ 6 กก./ไร่ (ตารางที่ 7, 8, 9) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3 กก./ไร่ ให้ความหวาน (Brix) 21.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

### 3. การตอบสนองต่อธาตุอาหารของอ้อย

#### อ้อยปลูก ฤดูปลูกปี 2556

เมื่อปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในดินเหนียวชุดดินวังไฮที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ จะได้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 6 กก.N/ไร่ แต่เมื่อมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ พบว่าอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3 กก.N/ไร่ นั่นคือ เมื่อทำการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ สามารถลดการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ โดยมูลไก่แกลบจะไปช่วยปรับสภาพของดิน ลดการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนและทำให้พืชมีประสิทธิภาพการดูดใช้ในไนโตรเจนดีขึ้น แต่ในพันธุ์ LK92-11 ที่ปลูกในชุดดินวังไฮโดยไม่ปรับปรุงดินและปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ กลับพบว่าให้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 12 กก.N/ไร่ จึงจะให้ผลผลิตสูงสุด (ตารางที่ 5)

#### อ้อยต่อ ฤดูปลูกปี 2557

อ้อยต่อ พันธุ์ขอนแก่น 3 ในดินเหนียวชุดดินวังไฮที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ จะได้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 6 กก.N/ไร่ แต่เมื่อมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ ให้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3 กก.N/ไร่ แต่ในพันธุ์ LK92-11 โดยไม่ปรับสภาพดินและปรับสภาพดินด้วยมูลไก่แกลบ กลับพบว่า ให้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 12 กก.N/ไร่ จึงจะให้ผลผลิตสูงสุด (ตารางที่ 9)

โดยเฉลี่ยการตอบสนองต่อธาตุอาหารของอ้อยปลูก และอ้อยต่อพบว่า ในอ้อยต่อโดยไม่ปรับปรุงดิน และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ การให้ผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะมีความสัมพันธ์กับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 6 และ 3 กก.N/ไร่ จะให้ผลผลิตสูง แต่อย่างไรก็ตามอ้อยต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 3 กก.N/ไร่ จะให้ผลผลิต 22.06 ตัน/ไร่ ไม่แตกต่างกับปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 12 กก.N/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 20.81 ตัน/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ LK 92-11 จะให้ผลผลิตสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 12 กก.N/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

### 4. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

#### อ้อยปลูก ฤดูปลูกปี 2554



ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มการผลิตอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ในดินเหนียวชุดดินวังไฮในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินพบว่า ให้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (Marginal rate of return : MRR) สูงที่ปุ๋ยเคมีระดับ 6-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ จึงจะมีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่ถ้าปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ (น้ำหนักแห้ง) ให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงปุ๋ยเคมีระดับ 3-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ หากเพิ่มปุ๋ยไปมากกว่านี้จะไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบสามารถลดปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ ส่วนพันธุ์ LK 92-11 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินและปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ (น้ำหนักแห้ง) ให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงระดับปุ๋ยเคมี 0-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ (ตารางที่ 11) อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้กำไรสุทธิ 6,756 บาท/ไร่ และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบให้กำไรสุทธิ 7,044 บาท/ไร่ อ้อยพันธุ์ LK92-11 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้กำไรสุทธิให้กำไรสุทธิ 5,211 บาท/ไร่ และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบให้กำไรสุทธิ 5,249 บาท/ไร่ (ตารางที่ 13)

### **อ้อยต่อ ฤดูปลูกปี 2557**

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มอ้อยต่อ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์ LK92-11 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินและปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ (น้ำหนักแห้ง) พบว่าให้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (Marginal rate of return : MRR) สูงที่ปุ๋ยเคมีระดับ 3-9-18 กก.N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ (ตารางที่ 12) ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน นั่นคือการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบก็สามารถลดปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้กำไรสุทธิ 9,305 บาท/ไร่ ถ้าปรับปรุงดินด้วย มูลไก่เกลบให้กำไรสุทธิ 11,915 บาท/ไร่ และอ้อยพันธุ์ LK92-11 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้กำไรสุทธิ 9,061 บาท/ไร่ ถ้าปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบให้กำไรสุทธิ 10,771 บาท/ไร่ (ตารางที่ 13)

### **สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :**

การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยในพื้นที่ดินเหนียวที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ชุดดินวังไฮ ในพื้นที่ตำบลหนองหลวง อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คำแนะนำด้านการใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ

อ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบจะทำให้ผลผลิตของอ้อยปลูกเพิ่มสูงขึ้น และสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะให้ผลผลิตสูง 16.6 ตัน/ไร่ และแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ LK92-11 การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนพบว่า อ้อยจะมีผลผลิต และความสูงของลำสูงสุดที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 12 กก.N/ไร่ และการใส่

ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อความหวานของอ้อย อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 และเมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนที่จะได้รับ และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนพบว่า การไม่ปรับปรุงดินอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 6 กก.N/ไร่ และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3 กก.N/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 การไม่ปรับปรุงดินจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3 กก.N/ไร่ และการปรับปรุงดินจะต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 9 กก.N /ไร่ จึงจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

อ้อยต่อ การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบจะทำให้ผลผลิตของอ้อยต่อเพิ่มสูงขึ้น อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะให้ผลผลิตสูง 20.44 ตัน/ไร่ มีความหวาน 21.2% การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนพบว่า อ้อยจะมีผลผลิต จำนวนลำ และความสูงของลำสูงที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 12 กก.N/ไร่ และระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อความหวานของอ้อย อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 เช่นเดียวกับอ้อยปลูก และเมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนที่จะได้รับ และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 การไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 6 กก.N/ไร่ และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 3 กก.N/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 การไม่ปรับปรุงดินและการปรับปรุงดินจะต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 9 กก.N /ไร่ จึงจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

#### **การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :**

ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ดีสำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำด้านการใส่ปุ๋ยกับอ้อยที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินวังไฮ และใช้ในการประเมินปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กับอ้อยเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เป็นแนวทางในการนำไปขยายผลหรือประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลเทคโนโลยีการผลิตอ้อยที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ และเป็นประโยชน์กับนักวิชาการเกษตรสำหรับนำไปใช้ในการจัดการธาตุอาหารของอ้อยในดิน และการใส่ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสำหรับเกษตรกร

#### **เอกสารอ้างอิง :**

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2544. การใช้ปุ๋ยและการจัดการดินในไร่. เอกสารวิชาการพันธุ์อ้อย และการดูแลรักษา. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 29-50.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2548. เอกสารวิชาการวงศ์ดิน. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- อาร์นต์ พัฒน์ทัย และ ธนรักษ์ เมฆขยาย. 2534. จากข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์ ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด และข้าวสาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- CIMMYT. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations : An Economics Training Manual. Completely revised edition. Mexico, DF. 88 p.
- Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keey. 1982. Methods of soil analysis part 2 : chemical and microbiological properties second edition Agronomy No. 9 ASA, SSSA. Madison, Wisconsin, USA. 1159 p.
- Peech, M. 1965. Soil pH by glass electrode pH meter, pp. 914-925. In C.A. Black, D.D. Evans, R.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark and R.C. Dinsuer (eds). Method of Soil Analysis Part 2 : Physical and microbiological Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling American Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, USA.
- Schollenberger, C.L. and R.H. Simon. 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil-ammonium acetate method. *Soil Sci.* 59:13-24.
- Skoog, A.D. and D.M. West. 1982. Fundamentals of analytical chemistry. New York, Holt, Rinehart and Winston, Inc. 859 p.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-37.

**Table 1** Characteristics of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province before planting cane in 2013/2014.

Depth (cm)	pH <sub>1:1</sub> water	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0-20	6.42	2.12	2.2	40
0-50	5.29	1.58	0.6	30

**Table 2** Properties of chicken manure

Organic material	pH <sub>1:1</sub> water	Organic matter (%)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
Chicken manure	8.1	26.88	1.90	1.61	2.50

**Table 3** Average plant height (cm.) planting cane of Wang Hai Soil Series Nakhon Sawan Province in 2013/2014.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	254	206	230d	272	225	249b	240

3	264	237	250b	282	254	268ab	259
6	271	223	247c	268	261	265ab	256
9	273	246	260a	286	268	277a	269
Average (b)	266a	228b		277a	252b		
Average (a)			247b			265a	

CV (a) = 7.1 %   CV (b) = 4.3 %   CV(c) = 7.2 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 4** Average millable cane (stalk/rai.) planting cane of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2013/2014.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	8,508	8,698	8,603 c	9,884	9,926	9,905 c	9,254
3	8,899	10,243	9,571 b	10,519	11,270	10,894 a	10,233
6	9,947	10,021	9,984 a	10,487	11,228	10,857 a	10,421
9	9,460	10,243	9,852 a	10,085	11,132	10,609 b	10,231

Average (b)	9,204 b	9,802 a	10,243 b	10,889 a
Average (a)	9,503 b		10,566 a	

CV (a) = 7.8 % CV (b) = 12.3 % CV(c) = 7.7 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 5** Average cane yield (ton/rai) planting cane of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2013/2014.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	11.2	9.3	10.3 b	15.2	11.9	13.5 b	11.9
3	13.6	12.9	13.3 a	18.0	14.3	16.2 a	14.8
6	15.9	12.2	14.1 a	16.3	14.9	15.6 a	14.9
12	15.0	13.4	14.2 a	16.8	15.6	16.2 a	15.2
Average (b)	13.9 a	12.0 b		16.6 a	14.2 b		
Average (a)	12.9 b			15.4 a			

CV (a) = 20.7 % CV (b) = 10.4 % CV(c) = 10.4 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 6** Average brix (%) planting cane of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2013/2014

Nitrogen (c)	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average
	Khon Kaen 3	LK 92-11	Average	Khon Kaen 3	LK 92-11	Average	

kg N/rai	(b1)	(b2)	(c, a1)	(b1)	(b2)	(c, a2)	(c) <sup>1</sup>
0	21.2	21.2	21.2	22.2	22.2	22.2	21.7
3	21.3	21.7	21.5	21.7	21.5	21.6	21.6
6	21.5	21.7	21.6	22.0	21.6	21.8	21.7
12	21.0	21.7	21.4	22.1	21.7	21.9	21.7
Average (b)	21.3	21.6		22.0	21.8		
Average (a)			21.4			21.9	

CV (a) = 3.2 %   CV (b) = 1.6 %   CV(c) = 2.4 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 7** Average plant height (cm.) ratoon cane of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2014/2015.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	251	240	246	272	280	276	276
3	286	247	260	311	296	304	304
6	280	241	266	305	303	304	304
12	279	267	273	312	303	308	308
Average (b)	274	249		300	296		
Average (a)			261			298	

CV (a) = 9.3 %   CV (b) = 8.8 %   CV(c) = 7.9 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 8** Average millable cane (stalk/rai.) ratoon cane of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2014/2015.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK 92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	9,651	10,720	10,185b	10,508	12,127	11,317b	10,751
3	9,820	11,926	10,873ab	12,635	14,233	13,434a	12,154
6	10,815	11,725	11,270a	10,106	13,661	11,884b	11,577
12	10,906	12,476	11,691a	11,778	14,084	12,931a	12,311
Average (b)	10,298b	11,712a		11,256b	13,526a		
Average (a)			11,005b			12,391a	

CV (a) = 5.7 % CV (b) = 10.3 % CV(c) = 7.2 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 9** Average cane yield (ton/rai) ratoon cane of of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2014/2015.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	13.08	12.71	12.89b	20.07	17.96	19.02	15.96
3	14.84	14.92	14.57ab	22.06	20.41	21.24	17.91
6	16.23	14.36	15.30ab	18.81	20.47	19.64	17.47
12	15.66	16.10	15.88a	20.81	20.90	20.86	18.37
Average (b)	14.95	14.36		20.44	19.94		
Average (a)			14.66b			20.19a	

CV (a) = 10.2 % CV (b) = 11.2 % CV (c) = 11.1 %



Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability, \*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 10** Average brix (%) ratoon cane of Wang Hai Soil Series at Nakhon Sawan Province in 2014/2015.

Nitrogen (c) kg N/rai	Without soil amendment (a1)			With soil amendment (a2)			Average (c) <sup>1</sup>
	Khon Kaen 3 (b1)	LK92-11 (b2)	Average (c, a1)	Khon Kaen 3 (b1)	LK92-11 (b2)	Average (c, a2)	
0	20.5	21.9	21.2	21.3	21.5	21.4	22.37
3	22.3	21.8	22.0	21.8	20.2	21.0	22.37
6	21.3	22.1	21.7	21.3	20.2	20.8	22.20
12	20.6	21.2	20.9	20.5	20.8	20.7	22.11
Average (b)	21.2	21.7		21.2	20.7		
Average (a)			21.4			21.0	

CV (a) = 5.7 %   CV (b) = 10.3 %   CV (c) = 7.2 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), \* : Significantly at 5% level of probability,

\*\* : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

**Table 11** Analysis of marginal rate of return of sugarcane production under different nutrient managements planting cane of Wang Hai Soil Series.

Treatments	Yield (ton/rai.)	Cost (Baht/rai.)	Income (Baht/rai.)	Benefit (Baht/rai.)	MRR (%)
Without soil amendment, Khon Kaen 3					
0-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	11.2	5,672	10,080	4,408	125
3-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	13.6	6,630	12,240	5,610	124
6-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	15.9	7,554	14,310	6,756	D
9-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	15.0	7,423	13,500	6,077	
Without soil amendment, LK92-11					
0-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	9.3	5,045	8,370	3,325	139
3-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	12.9	6,399	11,610	5,211	D
6-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	12.2	6,333	10,980	4,647	
9-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	13.4	6,895	12,060	5,165	
With soil amendment, Khon Kaen 3					
0-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	15.2	8,178	13,680	5,502	158
3-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	18.0	9,156	16,200	7,044	D
6-9-18 Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	16.3	8,828	14,670	5,842	

9-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	16.8	9,139	15,120	5,981	
With soil amendment, LK92-11						
0-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	11.9	7,221	10,710	3,489	151
3-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	14.3	8,083	12,870	4,787	D
6-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	14.9	8,422	13,410	4,988	
9-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	15.6	8,719	14,040	5,249	
D = Dominated treatment						

**Table 12** Analysis of marginal rate of return of sugarcane production under different nutrient managements ratoon cane of Wang Hai Soil Series.

Treatment	Yield (ton/rai.)	Cost (Baht/rai.)	Income (Baht/rai.)	Benefit (Baht/rai.)	MRR (%)	
Without soil amendment, Khon Kaen 3						
0-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	13.08	6,562	13,865	7,303	-
3-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	14.84	7,292	15,730	8,438	156
6-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	16.23	7,899	17,204	9,305	143
9-9-18	กน.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/ไร่	15.66	7,860	16,600	8,740	D
Without soil amendment, LK92-11						

0-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	12.71	6,440	13,474	7,033	-
3-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	14.92	7,319	15,815	8,497	167
6-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	14.36	7,282	15,222	7,940	D
9-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	16.10	8,005	17,066	9,061	
With soil amendment, Khon Kaen 3						
0-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	20.07	10,663	21,274	10,611	-
3-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	22.06	11,469	23,384	11,915	162
6-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	18.81	10,544	19,939	9,394	D
9-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	20.81	11,353	22,059	10,705	
With soil amendment, LK92-11						
0-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	17.96	9,967	19,038	9071	-
3-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	20.41	10,924	21,635	10,710	171
6-9-18	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	20.47	11,092	21,698	10,606	D
9	Kg.N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai.	20.90	11,383	22,154	10,771	

D = Dominated treatment

**Table 13** Level nutrient of marginal rate of return of sugarcane production planting cane and ratoon cane of Wang Hai Soil Series.

Treatment	Plant cane			Ratoon cane		
	Nitrogen (Kg. N/rai.)	Yield (ton/rai.)	Benefit (Baht/rai)	Nitrogen (Kg. N/rai.)	Yield (ton/rai.)	Benefit (Baht/rai)
Without soil amendment						

Khon Kaen 3 variety	6	15.9	6,756	6	16.23	9,305
LK92-11 variety	3	12.9	5,211	9	16.10	9,061
<hr/>						
With soil amendment						
Khon Kaen 3 variety	3	18.0	7,044	3	22.06	11,915
LK92-11 variety	9	15.6	5,249	9	20.90	10,771
<hr/>						