

การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินเหนียว ภาคกลาง

Optimal crop nutrient management for sugarcane production on clayey soil in Central of Thailand

ดาวรุ่ง คงเทียน^{1*}, สุภกานจน์ ล้วนมณี¹, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ², สมควร คล่องช้าง³
และ สมฤทัย ต้นเจริญ³

**Daorung Kongtien^{1*}, Suphakarn Luanmanee¹, Kobkiet Paisancharoen²,
Somkuan Klongchang³ and Somrutai Tancharoen³**

บทคัดย่อ: ศึกษาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในพื้นที่ดินเหนียวภาคกลาง เพื่อเป็นข้อมูลให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่กับอ้อยที่ปลูกบนดินเหนียวอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองใน 2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินลำนารายณ์ อ.ไพศาลี จ.นครสวรรค์ และชุดดินลพบุรี อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ การทดลองในชุดดินลำนารายณ์วางแผนการทดลองแบบ split-split plot จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก ได้แก่ ไม่ปรับปรุงดิน และ ปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถันอัตรา 100 กก./ไร่ ปัจจัยรอง ได้แก่ อ้อยโคลน 94-2-106 และ พันธุ์ LK92-11 ปัจจัยย่อยเป็นอัตราปุ๋ย ได้แก่ 1) 0-6-6 2) 6-6-6 3) 12-6-6 และ 4) 18-6-6 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ปลูกวันที่ 21 ธันวาคม 2553 เก็บเกี่ยววันที่ 16 มกราคม 2554 ส่วนการทดลองในชุดดินลพบุรี วางแผนการทดลองแบบ split-split plot จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก ได้แก่ ไม่ปรับปรุงดิน และปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบอัตรา 800 กก./ไร่ ปัจจัยรอง ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ปัจจัยย่อยเป็นอัตราปุ๋ย ได้แก่ 1) 0-6-6 2) 6-6-6 3) 12-6-6 และ 4) 18-6-6 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ปลูกวันที่ 26 มกราคม 2554 เก็บเกี่ยววันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2555 ผลการทดลอง พบว่า ในชุดดินลำนารายณ์ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน อ้อยปลูกให้ผลผลิต 25.49 ตัน/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน อ้อยปลูกให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 27.80 ตัน/ไร่ โดยอ้อยโคลน 94-2-106 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตในชุดดินลำนารายณ์สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ผลผลิตของอ้อยโคลน 94-2-106 เฉลี่ย 27.98 ตัน/ไร่ ในขณะที่ผลผลิตของพันธุ์ LK92-11 เฉลี่ย 24.31 ตัน/ไร่ การปลูกอ้อยโคลน 94-2-106 ในชุดดินลำนารายณ์ทั้งในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินและปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน ควรใส่ปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ส่วนอ้อยพันธุ์ LK92-11 ควรใส่ปุ๋ย 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ จึงจะคุ้มค่าต่อการลงทุน สำหรับผลการทดลองในชุดดินลพบุรีพบว่าเมื่อไม่ปรับปรุงดิน อ้อยปลูกให้ผลผลิต 21.46 ตัน/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ อ้อยปลูกให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 22.26 ตัน/ไร่ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิต 23.74 ตัน/ไร่ พันธุ์ มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 19.97 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าการปรับปรุงดิน

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DO A.

² ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

Khon Kaen Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DO A.

³ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

Soil Science Research Group, Agricultural Production Sciences Research and Development Office, DO A.

* Corresponding author: daawrung@hotmail.com

ด้วยมูลไก่แกลบสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ โดยการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในชุดดินลพบุรีที่ไม่ปรับปรุงดิน ควรใส่ปุ๋ย 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ถ้าปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบควรใส่ปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ส่วนการปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 ถ้าไม่ปรับปรุงดินควรใส่ปุ๋ย 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O แต่ถ้าปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบควรใส่ปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ จึงจะคุ้มค่าต่อการลงทุน

คำสำคัญ: อ้อย ดินเหนียว กำมะถัน มูลไก่ ปุ๋ยไนโตรเจน การจัดการธาตุอาหาร ชุดดินลำนารายณ์ ชุดดินลพบุรี

ABSTRACT: Response of sugarcane to nutrient management on clayey soil in central region of Thailand was studied. The purpose was to obtain a systematic effective fertilizer recommendation for sugarcane production. This study was set up in 2 soil series, i.e. 1) Lamnarai soil series at Paisali District, Nakhon Sawan Province, and 2) Lop Buri soil series at Takfa District, Nakhon Sawan Province. An experiment on Lamnarai soils was statistical designed in split-split plot with 3 replications which main plots consisted of 1) without soil amendment and 2) amendment with 100 kg/rai of sulfur. Sub plots comprised clone 94-2-106 and LK92-11 sugarcane variety. Sub sub plots were fertilizer application rates i.e. 0-6-6, 6-6-6, 12-6-6 and 18-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai. Another experiment on Lop Buri soils was also 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. 0-6-6, 6-6-6, 12-6-6 and 18-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai. The results showed that average yield of sugarcane grown on Lamnarai soils without soil amelioration was 25.49 t/rai. When the soil was amended with sulfur, the yield increased to 27.80 t/rai. Average yield of clone 94-2-106 grown on Lamnarai soils was 27.98 t/rai higher potential than LK92-11 variety which average yield was about 24.31 t/rai. 94-2-106 sugarcane clone production on Lamnarai soil without soil amelioration should be applied with fertilizer at 6-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai whereas LK92-11 variety should be applied with 12-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai in order to maximize beneficial investment. The results of Lop Buri soils showed that average yield of sugarcane without soil amelioration was 21.46 t/rai. If the soil was amended with chicken manure, the yield increased to 22.26 t/rai. Average yield of Khon Kaen 3 variety was about 23.74 t/rai higher potential than LK92-11 variety which average yield was 19.97 t/rai. Application of chicken manure could reduce the nitrogen fertilizer application rate. Production of Khon Kaen 3 variety on Lop Buri soil without soil amelioration should apply with 12-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O /rai, whereas under application of chicken manure the fertilizer should be reduced to 6-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai. Similarly, production of LK92-11 variety without soil amendment should apply with 18-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai. If the chicken manure was applied, the chemical fertilizer application could be reduced to 6-6-6 kg N-P₂O₅-K₂O/rai, which was most maximize beneficial investment.

Keywords: sugarcane, sulfur, chicken manure, nitrogen fertilizer, nutrient management, Lamnarai soils, Lop Buri soils

บทนำ

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพสูงเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน 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 % ผลผลิตอ้อย เฉลี่ย 10.0 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) จากแนวนโยบายการพัฒนาอ้อยที่ให้รักษาพื้นที่ปลูก 7.0 ล้านไร่ และเพิ่มผลผลิตต่อไร่จาก

9.7 ตัน ในปี 2550 เป็น 15 ตัน ในปี 2555 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้มีศักยภาพสูงขึ้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้ว่างานวิจัยด้านนี้ได้ดำเนินการมาบ้างแล้ว แต่ผลงานวิจัยเหล่านี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับทุกแหล่งปลูกทั่วประเทศโดยเฉพาะในเขตที่มีความหลากหลายทั้งสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ) และชนิดของดิน (เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน) คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ยังสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ซึ่งเป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการผลิตอ้อยในแต่ละภาคจึงควรดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับงานวิจัยทางด้านพันธุ์ การตอบสนองของพันธุ์และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก

ในเขตภาคกลาง ดินที่ทำการผลิตอ้อยส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์มีอยู่หลายชุดดิน ชุดดินลำนารายณ์เป็นดินที่มีเนื้อดินเหนียวผสมกับทรายแป้ง เกิดจากการสลายตัวของหิน Basalt, Limestone, Andesite มีความลาดชัน 3-6 เปอร์เซ็นต์ ระบายน้ำดี น้ำใต้ดินต่ำกว่า 1.50 เมตร มีลักษณะการผสมกับเม็ดหินปูนกับเนื้อดิน ดินบนมีสีน้ำตาลเข้ม และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนแดงตามความลึกของดิน มีความอุดมสมบูรณ์ดี ลึกลงไปไม่เกิน 80 เซนติเมตรพบชั้นหินต้นกำเนิดสลายผุพังเห็นได้ชัด ปฏิกริยาดินเป็นต่าง (pH 8.0) ชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวจัด ประกอบด้วยความเหนียวชนิด 2:1 (Montmorillonite) มีการระบายน้ำไม่ดี ดินบนสีดำและเปลี่ยนเป็นเทาดำและเทาตามความลึกหน้าตัดดิน มีปฏิกริยาเป็นกรดอ่อน-ต่าง (pH 6.5-8.5) มีความอุดมสมบูรณ์สูง ศักยภาพการผลิตสูง มีการตรึงธาตุฟอสฟอรัสสูง ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2548) จึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ดี สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดลองในชุดดินลำนารายณ์ (fine, smectitic, isohyperthermic Vertic Haplustolls) ตำบลโพธิ์ประสาท อำเภอบางบาล จังหวัดนครสวรรค์ และชุดดินลพบุรี (very-fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts) ตำบลลำพยนต์ อำเภอบางบาล จังหวัดนครสวรรค์ ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนมิถุนายน 2555

ชุดดินลำนารายณ์วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 2 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ปรับปรุงดิน และ 2) ปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน อัตรา 100 กก./ไร่ ปัจจัยรอง (Subplot) เป็นพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ 1) ไคลน 94-2-106 และ 2) พันธุ์ แอล เค 92-11 ปัจจัยย่อย (Sub-subplot) เป็นอัตราปุ๋ย 4 ระดับ ได้แก่ 1) 0-6-6 2) 6-6-6 3) 12-6-6 และ 4) 18-6-6

กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ขนาดแปลงย่อย 7.8x9.0 เมตร โดยโรยผงกำมะถันลงในร่องปลูกคลุกให้เข้ากับเนื้อดิน จากนั้นจึงใส่ปุ๋ยเคมี (1/2N-P-K) ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะแถวปลูก 1.40 เมตร วางลำเหลี่ยมสลัปโคนและปลาย เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (1/2N) โดยโรยข้างแถวปลูกห่างจากแถวอ้อยประมาณ 10-15 เซนติเมตร ปลูกอ้อยวันที่ 21 ธันวาคม 2553 เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน

ชุดดินลพบุรีวางแผนการทดลองแบบ Split-split plot มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 2 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ปรับปรุงดิน และ 2) ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบ อัตรา 800 กก./ไร่ ปัจจัยรอง (Subplot) เป็นพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์ขอนแก่น 3 และ 2) พันธุ์ แอล เค 92-11 ปัจจัยย่อย (Sub-subplot) เป็นอัตราปุ๋ย 4 ระดับ ได้แก่ 1) 0-6-6 2) 6-6-6 3) 12-6-6 และ 4) 18-6-6 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ขนาดแปลงย่อย 7.8x9.0 เมตร โดยหว่านมูลไก่เกลบลงในร่องปลูกคลุกให้เข้ากับเนื้อดิน จากนั้นจึงใส่ปุ๋ยเคมี (1/2N-P-K) ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะแถวปลูก 1.40 เมตร วางลำเหลี่ยมสลัปโคนและปลาย เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (1/2N) โดยโรยข้างแถวปลูกห่างจากแถวอ้อยประมาณ 10-15 เซนติเมตร ปลูกอ้อยวันที่ 26 มกราคม 2554 เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำ จำนวนและน้ำหนักใบสด จำนวนและน้ำหนักใบแห้ง จำนวนลำต่อกอ จำนวนลำต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตน้ำหนัสดความหวาน (Brix) เก็บตัวอย่างอ้อยที่อายุ 6 และ 12 เดือน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี เก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน: น้ำ เท่ากับ 1:1 อินทรีย์วัตถุ วิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum

blue โดยใช้ spectrophotometer โฟแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 และวัดด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%ขึ้นไป เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจโดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของ CIMMYT (1988)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณสมบัติของดินที่ทำการศึกษา

ดินในพื้นที่ทำการทดลองชุดดินลำานารายณ์ เป็นดินเหนียวสีน้ำตาล หน้าดินลึกปานกลาง พบชั้นปูนที่ระดับความลึก 50-80 ซม. ดินมีความเป็นต่างโดยดินบนและดินล่างมีพีเอช 7.29 และ 7.79 และจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่าที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ดินมีอินทรีย์วัตถุ (OM) 1.71% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.P) 38 มก./กก. โฟแทสเซียม

แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.K, Exch.Ca, Exch.Mg) 227 , 9584 และ 335 มก./กก. (Table 1)

ส่วนชุดดินลพบุรี ดินเหนียวสีดํา หน้าดินลึก พบชั้นปูนและเม็ดหินปูนกระจายที่ระดับความลึก 80 ซม.ลงไป เมื่อดินแห้งจะแตกเป็นร่องกว้างประมาณ 1 ซม.หรือมากกว่า และร่องลึกประมาณ 50 ซม. เป็นระยะเวลานาน ดินมีความเป็นต่างโดยดินบนและดินล่างมีพีเอช 7.69 และ 7.67 และจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินบนพบว่า ระดับความลึก 0-20 ซม. มีอินทรีย์วัตถุ 1.73% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 44 มก./กก. โฟแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 97 9231 และ 402 มก./กก. (Table 2)

คุณสมบัติของมูลไก่ที่ใช้ในการปรับปรุงดิน

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในมูลไก่แกลบพบว่ามีค่าขึ้น 9.98 ค่าการนำไฟฟ้า(1:10) 7.71 ds/m ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 60.41% ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 35.04 % อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 13:1 ไนโตรเจนทั้งหมด 2.60%ฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.17% โฟแทสเซียมทั้งหมด 2.06%. (Table 3)

Table 1 Characteristics of Lamnarai soil series at Nakhon Sawan Province before planting sugarcane in 2010/2011.

Depth (cm)	pH _{1:1}	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-20	7.29	1.71	38	227	9,584	335
20-50	7.79	0.87	2	63	8,222	253

Table 2 Characteristics of Lop Buri soil series at Nakhon Sawan Province before planting sugarcane in 2010/2011.

Depth (cm)	pH _{1:1}	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-20	7.69	1.73	44	97	9,231	402
20-50	7.67	1.70	3	39	8,552	386

Table 3 Properties of chicken manure

Organic material	Moisture (%)	pH _{1:2}	EC _{1:10} (ds/m)	Organic C (%)	Organic matter (%)	Total N (%)	C/N ratio	Total P (%)	Total K (%)
Chicken manure	9.98	6.69	7.71	35.04	60.41	2.60	13:1	3.17	2.06

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

ชุดดินลำนารายณ์

ในดินเหนียวชุดดินลำนารายณ์ที่คุณสมบัติของดินเป็นต่างและความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อปลูกอ้อยในสภาพที่ไม่มีการปรับปรุงดิน อ้อยปลูกให้ผลผลิต 25.49 ตัน/ไร่ และเมื่อปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถันอัตรา 100 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตอ้อยปลูกเพิ่มขึ้น 27.80 ตัน/ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อ้อยปลูกที่มีการปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถันพบว่าอ้อยมีการแตกกอและให้จำนวนลำต่อไร่ ความสูงของลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำสูงกว่าดินที่ไม่มีการปรับปรุง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถันอ้อยให้ความหวาน 20.09 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่าอ้อยโคลน 94-2-106 ให้ผลผลิตและความสูงของลำสูงสุด โดยให้ผลผลิต 27.98 ตัน/ไร่ ความสูงลำ 411 ซม. ซึ่งมีความแตกต่างกับพันธุ์ LK 92-11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ LK 92-11 ให้ผลผลิต 24.31 ตัน/ไร่ ความสูงลำ 356 ซม. และให้ความหวาน 20.23 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่อัตราปุ๋ยไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อย โดยอ้อยมีการแตกกอให้จำนวนลำต่อไร่ ความสูงของลำ และผลผลิตสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราปุ๋ยอัตรา 0-6-6 6-6-6 และ 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ การใส่ปุ๋ยอัตรา 0-6-6 ให้ความหวานสูง 20.41 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4)

ชุดดินลพบุรี

อ้อยที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินลพบุรีที่มีคุณสมบัติของดินเป็นต่างและความอุดมสมบูรณ์ปานกลางในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้ผลผลิตเฉลี่ย 21.46 ตัน/ไร่ แต่หากปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบอัตรา 800 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตอ้อยปลูกเพิ่มขึ้น 22.26 ตัน/ไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอ้อยที่ปลูกในสภาพที่มีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบมีการแตกกอให้จำนวนลำต่อไร่ และความสูงของลำสูงกว่าในสภาพที่ไม่มีการปรับปรุงดิน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การไม่ปรับปรุงดินอ้อยให้ความหวานสูง 21 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 23.74 ตัน/ไร่ ส่วนพันธุ์ LK 92-11 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.97 ตัน/ไร่ มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้จำนวนลำ 11,392 ลำ/ไร่ มีความสูงของลำสูง 352 ซม. ส่วนพันธุ์ LK92-11 ให้จำนวนลำ 10,955 ลำ/ไร่ มีความสูงของลำ 327 ซม. มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ความหวาน 20.98 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่อัตราปุ๋ยไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินลพบุรี โดยพบว่าอ้อยมีการแตกกอให้จำนวนลำต่อไร่ ความสูงของลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และผลผลิตสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 0-6-6 6-6-6 และ 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ การใส่ปุ๋ยอัตรา 6-6-6 ให้ความหวานสูง 20.79 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5)

Table 4 Yield and yield components of sugarcane grown on Lamnara soils at Nakhon Sawan in 2010/2011

Treatments	Yield (t/rai)	No. millable cane/rai	Height (cm)	Diameter (mm)	Brix (%)
Without soil amendment	25.49	11,299	383	29.2	20.03
With soil amendment	27.80	11,641	384	30.4	20.09
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.23	4.34	7.42	4.65	7.33
Clone 94-2-106	27.98 a	11,705	411 a	29.5	19.90
LK92-11 variety	24.31 b	11,236	356 b	30.1	20.23
F-test	**	ns	**	ns	ns
CV (%)	5.24	5.20	6.46	4.07	11.31
F1 (0-6-6)	25.91	11,347	382	29.7	20.41
F2 (6-6-6)	26.31	11,246	387	29.8	20.33
F3 (12-6-6)	27.04	12,085	390	29.3	20.17
F4 (18-6-6)	25.50	11,204	373	30.4	19.34
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.45	7.21	7.21	4.87	8.93

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

Table 5 Yield and yield components of sugarcane grown on Lop Buri soils at Nakhon Sawan in 2010/2011

Treatments	Yield (t/rai)	No. millable cane/rai	Height (cm)	Diameter (mm)	Brix (%)
Without soil amendment	21.46 b	10,705	338	28.9	21.00
With soil amendment	22.26 a	11,642	341	27.9	20.41
F-test	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.31	10.32	5.92	4.63	5.55
Khon Kaen 3 variety	23.74 a	11,392 a	352 a	28.9	20.98
LK92-11 variety	19.97 b	10,955 b	327 b	27.9	20.42
F-test	**	*	*	ns	ns
CV (%)	7.58	3.29	9.15	11.99	10.50
F1 (0-6-6)	21.01	10,765	343	28.1	20.58
F2 (6-6-6)	21.80	11,235	334	28.2	20.79
F3 (12-6-6)	21.90	11,347	337	28.7	20.78
F4 (18-6-6)	22.73	11,347	343	28.8	20.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.32	8.80	6.26	5.50	8.74

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

การตอบสนองต่อธาตุอาหารของอ้อย

ชุดดินลำานารายณ์

เมื่อปลูกอ้อยโคลน 94-2-106 ในดินเหนียวชุดดินลำานารายณ์ที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน จะได้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่เมื่อมีการปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน พบว่าอ้อยปลูกโคลน 92-2-106 ให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ นั่นคือ เมื่อทำการปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถันสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนลงได้ โดยผงกำมะถันจะไปช่วยปรับสภาพพีเอชของดิน ลดการสูญเสียของปุ๋ยไนโตรเจนและทำให้พืชมีประสิทธิภาพการดูดใช้ในโตรเจนดีขึ้น แต่ในพันธุ์LK92-11 ที่ปลูกในชุดดินลำานารายณ์โดยไม่ปรับสภาพดินด้วยผงกำมะถัน กลับพบว่าให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 0-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ และเมื่อปรับสภาพดินด้วยผงกำมะถันกลับต้องใช้ปุ๋ยในอัตรา 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ จึงจะให้ผลผลิตสูงสุด (Figure 1)

ชุดดินลพบุรี

การผลิตอ้อยในดินเหนียวชุดดินลพบุรี โดยไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ ทำให้อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบพบว่าอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ตอบสนองต่อจนถึงอัตราปุ๋ย 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ส่วนพันธุ์ Lk92-11 ที่ปลูกในชุดดินลพบุรีโดยไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบพบว่าอ้อยปลูกให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ จะให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ นั่นคือเมื่อทำการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนลงได้ (Figure 2)

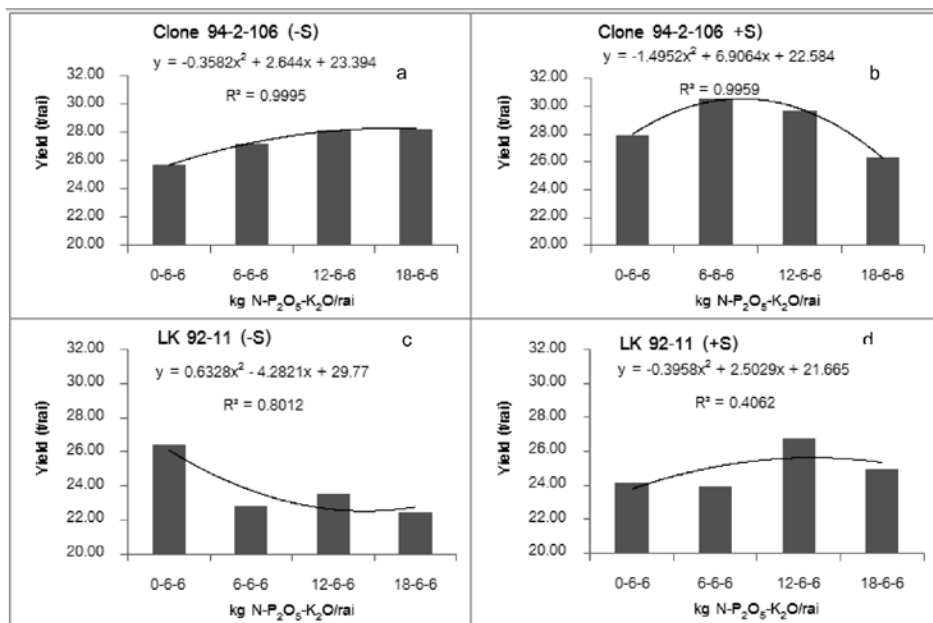


Figure 1 Response of 94-2-106 sugarcane clone (a=no sulfur, b=sulfur) and LK92-11(c= no sulfur, d= sulfur) sugarcane variety to nitrogen fertilizer application in Lamnarai soil series at Nakhon Sawan in 2010/2011

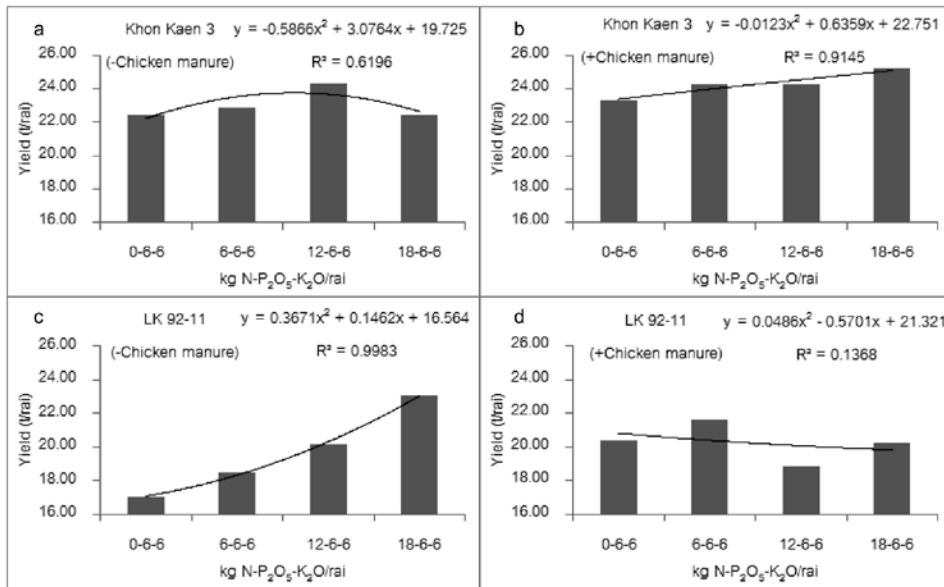


Figure 2 Response of Khon Kaen 3(a=no chicken manure, b= chicken manure) and LK92-11(c=no chicken manure, d= chicken manure) sugarcane varieties to nitrogen fertilizer application in Lop Buri soil series at Nakhon Sawan in 2010/2011

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม

ชุดดินลำนารายณ์

การผลิตอ้อยโคลน 94-2-106 ในดินเหนียวชุดดินลำนารายณ์โดยไม่ปรับสภาพดินด้วยผงกำมะถันพบว่าให้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (Marginal rate of return : MRR) สูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่เมื่อเพิ่มปุ๋ยจนถึงระดับ 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ก็พบว่ายังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่หากปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน พบว่า ในอ้อยโคลน 94-2-106 ให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ หากเพิ่มปุ๋ยไปมากกว่านี้จะไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน นั่นคือหากปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถันก็สามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ (Table 6) ส่วนการผลิตอ้อยปลูกพันธุ์ LK92-11 ในดินเหนียวชุดดินลำนารายณ์ทั้งในสภาพ

ที่ไม่ปรับปรุงดินและในสภาพที่ปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน พบว่าให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงสุดที่ระดับอัตราปุ๋ย 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ จึงจะมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินให้กำไรสุทธิ 22,927 บาท/ไร่ ในขณะที่ในสภาพที่ปรับปรุงดินให้กำไรสุทธิ 20,811 บาท/ไร่ ดังนั้นการผลิตอ้อยปลูกพันธุ์ LK92-11 ในชุดดินลำนารายณ์ให้ได้กำไรสุทธิสูงสุดและคุ้มค่าต่อการลงทุน ควรใส่ปุ๋ยในอัตรา 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่โดยไม่จำเป็นต้องปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน (Table 6)

ชุดดินลพบุรี

การผลิตอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ในดินเหนียวชุดดินลพบุรีในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 0-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ และเมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่เกลบ

พบว่าให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่เมื่อพิจารณาถึงกำไรสุทธิแล้วพบว่าการผลิตอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ในดินเหนียวชุดดินลพบุรีให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดและคุ้มค่าต่อการลงทุน ไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ (Table 7)

ส่วนพันธุ์ LK 92-11 ที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินลพบุรี พบว่าในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ อ้อยปลูกพันธุ์ LK92-11 มีการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีสูงมาก โดยให้ผลผลิตและผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงสุดจนถึงระดับอัตราปุ๋ย 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่เมื่อปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ พบว่า อ้อยปลูกพันธุ์ LK92-11 ให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ย 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (Table 7)

Table 6 Analysis of marginal rate of return of sugarcane production under different nutrient managements of Lamnarai soil

Treatments	Yield (t/rai)	Cost (Baht/rai)	Income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Without soil amendment, 94-2-106 sugarcane clone					
F1 (0-6-6)	25.69	8,820	32,113	23,293	
F2 (6-6-6)	27.22	9,418	34,025	24,607	219
F3 (12-6-6)	28.13	9,836	35,163	25,327	172
F4 (18-6-6)	28.23	10,019	35,288	25,269	D
Without soil amendment, LK92-11 sugarcane variety					
F1 (0-6-6)	25.86	8,870	32,325	23,455	
F2 (6-6-6)	22.80	8,137	28,500	20,363	D
F3 (12-6-6)	25.63	9,111	32,038	22,927	263
F4 (18-6-6)	22.47	8,349	28,088	19,739	D
With soil amendment, 94-2-106 sugarcane clone					
F1 (0-6-6)	27.95	12,676	34,938	22,262	
F2 (6-6-6)	30.56	13,587	38,200	24,613	258
F3 (12-6-6)	29.71	13,494	37,138	23,644	D
F4 (18-6-6)	26.33	12,668	32,913	20,245	D
With soil amendment, LK92-11 sugarcane variety					
F1 (0-6-6)	24.15	11,574	30,188	18,614	
F2 (6-6-6)	23.94	11,667	29,925	18,258	D
F3 (12-6-6)	26.76	12,639	33,450	20,811	263
F4 (18-6-6)	24.96	12,271	31,200	18,929	D

D is dominated treatment

Table 7 Analysis of marginal rate of return of sugarcane production under different nutrient managements of Lopburi soil

Treatments	Yield (t/rai)	Cost (Baht/rai)	Income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Without soil amendment, Khon Kaen 3 variety					
F1 (0-6-6)	23.31	8,131	29,138	21,007	
F2 (6-6-6)	22.89	8,163	28,613	20,450	D
F3 (12-6-6)	24.31	8,728	30,388	21,660	214
F4 (18-6-6)	22.43	8,337	28,038	19,701	D
Without soil amendment, LK92-11 sugarcane variety					
F1 (0-6-6)	17.04	6,312	21,300	14,988	
F2 (6-6-6)	18.45	6,875	23,063	16,188	213
F3 (12-6-6)	20.18	7,531	25,225	17,694	230
F4 (18-6-6)	23.06	8,520	28,825	20,305	264
With soil amendment, Khon Kaen 3 variety					
F1 (0-6-6)	23.29	8,845	29,113	20,268	
F2 (6-6-6)	24.24	9,274	30,300	21,062	176
F3 (12-6-6)	24.29	9,443	30,363	20,920	D
F4 (18-6-6)	25.19	9,858	31,488	21,630	171
With soil amendment, LK92-11 sugarcane variety					
F1 (0-6-6)	20.39	8,003	25,488	17,485	
F2 (6-6-6)	21.62	8,515	27,025	18,510	200
F3 (12-6-6)	18.80	7,851	23,500	15,649	D
F4 (18-6-6)	20.23	8,419	25,288	16,869	215

D is dominated treatment

สรุป

การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในดินเหนียวชุดดินลำนารายณ์ในเขตภาคกลาง หากปลูกอ้อยโคลน 94-2-106 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน ควรใส่ปุ๋ยเคมี 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ถ้าปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน สามารถลดปุ๋ยเคมีลงได้โดยควรใส่ในอัตรา 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ถ้าหากปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 ควรใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ โดยไม่จำเป็นต้องปรับปรุงดินด้วยผงกำมะถัน ทั้งนี้ อ้อยโคลน 94-2-106 ซึ่งได้จากการปรับปรุงพันธุ์อ้อยใสสภาพดินต่างที่ให้ผลผลิตสูง เมื่อนำมาปลูกในดิน

เหนียวที่มีปฏิกิริยาของดินเป็นด่างจึงมีศักยภาพการให้ผลผลิตดี โดยอ้อยโคลน 94-2-106 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตในชุดดินลำนารายณ์สูงกว่าพันธุ์ LK92-11

ส่วนการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในดินเหนียวชุดดินลพบุรีในเขตภาคกลาง หากปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ยเคมี 0-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ส่วนพันธุ์ LK92-11 ในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ยเคมี 18-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ถ้าปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ทั้งนี้ พันธุ์ขอนแก่น 3 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตในชุดดินลพบุรีสูงกว่าพันธุ์ LK92-11

เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา พรหมณีย์ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ สุมาลี โพธิ์ทอง และ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. 2545ก. ความต้องการธาตุอาหารของอ้อยเพิ่มเติมเมื่อพิจารณาคุณสมบัติของแต่ละชุดดิน. น. 43-60 ในรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 โครงการพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอ้อยโดยใช้โปรแกรม CaneFert 1.0. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. สถาบันวิจัยพืชไร่. 2548. เอกสารวิชาการวงศดิน. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวง
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- CIMMYT. 1988. From Economic Data to Farmer Recommendations. Economics Training Manual. Completely revised edition. Mexico. D.F.
- Walkley, A., and I. A. Black. 1934. An examination of Degjareff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.