รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำและปุ๋ยอ้อย

Research and Development on Soil Water and Fertilizers for Sugarcane

หัวหน้าโครงการวิจัย

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ

KOBKIET PAISANCHAROEN

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำและปุ๋ยอ้อย

Research and Development on Soil Water and Fertilizers for Sugarcane

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ

KOBKIET PAISANCHAROEN

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ (Preface)

อ้อย เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะอ้อยเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลที่สำคัญของประเทศไทย มีการส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 2 ของโลก ประมาณปีละ 7 ล้านตัน และบริโภคในประเทศประมาณ 2 ล้านตัน ซึ่งจะทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในอนาคต สืบเนื่องจากยุทธศาสตร์ของประเทศที่ต้องการใช้ผลผลิตส่วนเกินเพื่อผลิตเอทานอลทดแทนน้ำมันเบนซิน ประกอบกับมีจำนวนโรงงานน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการเพิ่มศักยภาพผลผลิตอ้อย โดยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เช่น ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ เป็นแนวทางที่ปฏิบัติได้ง่ายกว่าวิธีการอื่นๆ

การขาดแคลนน้ำ ธาตุอาหารพืชในดินและพันธุ์ดี เป็นข้อจำกัดที่สำคัญยิ่งในการเพิ่มผลผลิตอ้อย จากสาเหตุหลายประการ อาทิเช่น ทรัพยากรดินดั้งเดิมมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนต่ำถึงต่ำมาก และการเสื่อมโทรมของดินมากขึ้น เพราะในระบบการปลูกอ้อย มีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากพื้นที่ในรูปผลผลิต มีการกัดกร่อนดิน การชะล้าง และการระเหิดกลายเป็นก๊าซของไนโตรเจน เป็นต้น ประกอบกับเกษตรกรมีการปลูกอ้อยต่อเนื่องกันนานๆ และนิยมการเผาใบอ้อยหรือนำไปใช้เป็นวัสดุต้นกำเนิดของพลังงานในอนาคต โดยขาดการเติมธาตุอาหาร หรือปรับปรุงดินอย่างสมดุล

การเพิ่มผลผลิตแบบผสมผสานเชิงบูรณาการ โดยเฉพาะใช้พันธุ์ การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ยและเขตกรรมอื่นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยและอนุรักษ์ดินให้มีความยั่งยืนและใช้ประโยชน์ได้นานถึงชั่วลูกชั่วหลาน เป็นเทคโนโลยีที่ควรพิจารณาภายใต้เงื่อนไข ความต้องการและการตอบสนองของพืชในพื้นที่แต่ละแหล่งปลูก และความคุ้มทุนในการดำเนินการ

อนึ่ง หวังว่ารายงานฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์กับนักวิชาการที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

(นายกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ)
หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนาดิน น้ำ และปุ๋ยอ้อย
สิงหาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
ผู้วิจัย	1
บทนำ	2
บทคัดย่อ	13
1. การวิจัยและพัฒนาดินการจัดการ และปุ๋ยอ้อย	15
1.1 วิจัยและพัฒนาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหาร	15
1.2 วิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานต่อผลผลิตของอ้อย	50
2. ศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการการจัดการน้ำในไร่อ้อย	56
3. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย	62
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอางอิง	68

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำและปุ๋ยนี้ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ผ่านการพิจารณาข้อเสนอวิจัยจากสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) และกรมวิชาการเกษตร ตามลำดับ ซึ่งกิจกรรมหลายอย่างไม่ได้มุ่งเน้นเฉพาะการค้นคว้างานวิจัย เท่านั้น ยังเป็นการพัฒนาบุคลากรนักวิจัยรุ่นเยาว์ นักวิจัยใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคยกับพืชเศรษฐกิจอ้อยโรงงานมากนัก จากหลายหน่วยงานภายในกรมวิชาการเกษตร เพื่อทดแทนนักวิจัยเดิมหรือรุ่นเก่าที่จะต้องเกษียณอายุราชการ โดยควบคู่บทเรียนและการปฏิบัติงานร่วมกัน (learning by doing) ทั้งภาคสนามและห้องปฏิบัติการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของนักวิจัยต่างวัยและมากประสบกาณ์ ซึ่งงานวิจัยโครงการนี้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายได้ เพราะได้รับการสนับสนุนจากผู้บังคับบัญชาต้นสังกัดของนักวิจัยแต่ละหน่วยงานเป็นอย่างดี

ดังนั้นจึงใคร่ขอขอบคุณอธิบดีกรมวิชาการ รองอธิบดีฯ ผู้อำนวยการสถาบันหรือสำนัก ผู้อำนวยการศูนย์ และผู้เกี่ยวข้องในกรมวิชาการเกษตรทุกท่านมายัง ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัย

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[1/] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[5/] สมควร คล้องช้าง[5/] ดาวรุ่ง คงเทียน[3/]
อุดม วงศชนะภัย[14/] สุภาพร สุขโต[15/] วาสนา วันดี[13/] เบญจมาศ คำสืบ[11/] บุญญาภา ศรีหาตา[10/]
วสันต์ วรรณจักร[9/] วัลลีย์ อมรพล[4/] พินิจ กัลยาศิลปิน[16/] เบญจรัตน์ วุฒิกมลชัย[16/]
อนงค์นาฏ พรหมทะสาร[7/] สมฤทัย ตันเจริญ[5/] อุบล หินเธาว์[6/] ศรีสุดา ทิพยรักษ์[2/]
สุปรานี มั่นหมาย[5/] ภาวนา ลิกขนานนท์[5/] ภัสชภณ หมื่นแจ้ง[5/] นิลุบล ทวีกุล[12]
ประชา ถ้ำทอง[13/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์[5/] วัฒนศักดิ์ ชมภูนิช[13/]
ปรีชา กาเพ็ชร[2/] อรรถสิทธิ์ บุญธรรม[13/] วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ[1/] วันทนา เลิศศิริวรกุล[2/]
กาญจนา กิระศักดิ์[2/] ทักษิณา ศันสยะวิชัย[2/] และ เหรียญทอง พานสายตา[2]

[1/] สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[4/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[5/] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
[6/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น
[7/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น
[8/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น
[9/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น
[10/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น
[11/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสีคิ้ว สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 4 จ.อุบลราชธานี
[12/] สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 5 จ.ชัยนาท
[13/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[14/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 5 จ.ชัยนาท
[15/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 5 จ.ชัยนาท
[16/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 6 จ.จันทบุรี

บทนำ (Introduction)

1.ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เพราะเป็นพืชที่ใช้ผลิตน้ำตาลและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน สามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปน้ำอ้อยสด กากน้ำตาล และมวลชีวภาพ (ลิกโนเซลลูโลส) ในปี 2554/55 มีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 8.31 ล้านไร่ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดประมาณ 3.47 ล้านไร่ หรือร้อยละ 41.8 ภาคกลางและประมาณ 2.57 ล้านไร่ หรือร้อยละ 31.1 ภาคเหนือประมาณ 1.80 ล้านไร่ หรือร้อยละ 21.7 ส่วนภาคตะวันออกประมาณ 0.47 ล้านไร่ หรือร้อยละ 5.4 ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.24 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยทั่วไปในเขตการเกษตรอาศัยน้ำฝน สามารถแบ่งฤดูปลูกอ้อยได้ เป็น 2 ช่วง คือ ต้นฝนและปลายฝนหรืออ้อยข้ามแล้ง ส่วนในเขตชลประทานมักจะปลูกอ้อยต้นฝน ซึ่งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดยิ่งกับชนิดของเนื้อดิน ความสามารถในการเก็บน้ำและการเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ในการผลิตอ้อยมักมีปัญหาเรื่องปริมาณการผลิตที่ได้แต่ละปีไม่แน่นอนซึ่งมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง คือ 1) ปริมาณและการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอน 2) สัดส่วนของตอและอ้อยปลูก หากปีใดมีสัดส่วนอ้อยตอและอ้อยปลูกมากจะทำให้ผลผลิตอ้อยในปีประมาณการนั้นลดลง เพราะพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่เป็นดินทรายและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงต่ำมาก อายุของอ้อยตอมีน้อยกว่าอ้อยปลูกซึ่งแตกต่างจากดินเหนียวหรือเขตชลประทาน นอกจากนี้อ้อยตอมีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารได้ต่ำกว่าอ้อยปลูกโดยเฉพาะไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยเฉพาะในดินเนื้อทรายถึงร่วนปนทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3) ดินที่ปลูกส่วนใหญ่มีธาตุอาหารพืชต่ำมากกว่าร้อยละ 60 ดินที่ปลูกพืชไร่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า ร้อยละ 1 เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ยังใช้ปุ๋ยไม่เหมาะสมทั้งชนิด อัตรา ระยะเวลา และวิธีการใส่กับพื้นที่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ราคาผลผลิตพืชผันผวนไม่แน่นอน จึงไม่ค่อยคิดจะลงทุนในด้านนี้มากนัก 4) ดินมีการใช้ประโยชน์มานานโดยขาดการปรับปรุงดินให้มีกายภาพและชีวภาพที่เหมาะสมกับการผลิตอ้อย เช่น ดินเกิดชั้นดานใต้ชั้นไถพรวน การเกิดแผ่นแข็งและหนาที่ผิวหน้าดิน มีสัดส่วนของช่องว่างขนาดใหญ่และเล็กที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ธาตุอาหารและปุ๋ยที่เติมลงไปให้กับพืช ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และสัตว์ขนาดเล็กมีชีวิตในดินลดลง 5) ขาดแคลนพันธุ์พืชที่ดีและเหมาะสมกับพื้นที่ (ทั้งปริมาณและการกระจาย) 6) การเขตกรรม เช่น การควบคุมวัชพืช ระยะปลูกที่เหมาะสม การไถตัดรากอ้อยปลูก เป็นต้น และ 7) โรคและแมลงระบาด ได้แก่ ใบขาวอ้อย หนอนกออ้อย ซึ่งการเกิดระบาดนี้จะไม่มีความสม่ำเสมอ มีความรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยดินฟ้าอากาศและการจัดการของชาวไร่อ้อยเอง เช่น การเผาใบอ้อยพบว่า หนอนกอระบาดในพื้นที่เผาใบอ้อยมากกว่าไม่เผาถึงร้อยละ 31.4-36.9 นอกจากทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในชั้นดินไถพรวนลดลง ร้อยละ 20.5-23.6 (โอชาและคณะ, 2535) เป็นต้น

อ้อยสามารถปลูกได้ในดินทุกชนิด แม้แต่ในพื้นที่ที่น้ำท่วมขังไม่นาน (slightly flood hazard) แต่ชอบและเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว สภาพดินที่ระบายน้ำและอากาศดี มีค่าเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมระหว่าง 5.6 ถึง 7.3 ไม่ทนต่อดินที่ขาดน้ำรุนแรง ทนต่อสภาพพื้นที่เป็นด่างหรือดินเค็มปานกลางและมีน้ำท่วมขัง (อ้อยอายุมากกว่า 6-7 เดือน) ถ้าเป็นดินทรายเกษตรกรมักนิยมปลูกปลายฤดูฝน ประมาณเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน แต่ถ้าหากเป็นดินเหนียวหรือเขตชลประทานจะนิยมปลูกต้นฤดูฝน ทักษิณา (2551) ได้สุ่มสำรวจผลผลิตอ้อยพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในชุดดินต่างชนิดกัน (crop cutting survey) ในไร่เกษตรกร จำนวน 30 ราย พบว่าอ้อยปลูกให้ผลผลิตแตกต่างกัน ในจังหวัดชัยภูมิ (เขตฝนน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี) เกษตรกรนิยมปลูกอ้อยพันธุ์เค84-200 โดยอ้อยพันธุ์เค84-200 ที่ปลูกในชุดดินจัตุรัส ซึ่งเป็นดินไร่มีเนื้อดินร่วน จัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย *Typic Haplustalfs* ให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด เฉลี่ย 15.6 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ชุดดินลำนารายณ์ ซึ่งเป็นดินไร่มีเนื้อดินร่วน จัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย *Typic Haplustolls* เฉลี่ย 11.9 ตันต่อไร่ และชุดดินสระบุรี ซึ่งเป็นดินนา มีเนื้อดินร่วน จัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย *Aeric Tropaquepts* เฉลี่ย 7.3 ตันต่อไร่ ส่วนจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์ (เขตฝน 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี) เกษตรกรนิยมปลูกอ้อยพันธุ์อู่ทอง1 ซึ่งอ้อยพันธุ์อู่ทอง1 ที่ปลูกในชุดดินสตึก โคราช สตึก-ตื้น และยโสธรซึ่งเป็นดินไร่มีเนื้อดินร่วนปนทรายจัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย *Oxic Paleustults* ให้ผลผลิตอ้อย เฉลี่ย 17.9 17.1 16.2 และ 13.1 ตันต่อไร่ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ซึ่งเป็นดินไร่มีเนื้อดินทราย จัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย *Ustroxic Quartzipsamments* เฉลี่ย 9.5 ตันต่อไร่ และชุดดินยางตลาด ซึ่งเป็นดินไร่ มีเนื้อดินทรายร่วน จัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย *Ustroxic Dystropepts* เฉลี่ย 9.1 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตามการใช้แบบจำลองการผลิตพืชโดยใช้ภูมิอากาศตัวแทน และใช้ค่าวิเคราะห์ดินซึ่งข้อมูลที่เก่ามาก (Soil.sol ของกรมพัฒนาที่ดิน) และเป็นค่าเดียวเหมือนกันทั้งประเทศ ซึ่งแตกต่างกับสภาพความเป็นจริงมากเมื่อเปรียบเทียบกับในปัจจุบัน ทำให้ได้ค่าความแม่นยำต่ำ (RMSE เท่ากับ 7.55 ตันต่อไร่ และ ค่า R เท่ากับ 0.14 เท่านั้น) ชัยโรจน์และคณะ (2547) รายงานว่า ชุดดินจัตุรัสมีศักยภาพการให้ผลผลิตอ้อยปลูกพันธุ์อู่ทอง3 เฉลี่ย 12.1 ตันต่อไร่ จากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย และ 16.9 ตันต่อไร่ ในวิธีการใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยสูงกว่าชุดดินสตึก ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนลำต่อไร่

จากแนวนโยบายการพัฒนาอ้อยที่ให้รักษาพื้นที่ปลูก 7.0 ล้านไร่ และเพิ่มผลผลิตต่อไร่จาก 9.7 ตัน ในปี 2550 เป็น 15.0 ตัน ในปี 2555 ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้มีศักยภาพสูงขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่างานวิจัยด้านนี้ได้ดำเนินมาบ้างแล้ว แต่ผลงานวิจัยเหล่านี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับทุกแหล่งปลูกทั่วประเทศโดยเฉพาะในเขตที่มีความหลากหลายทั้งสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ) และชนิดของดิน (เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน) นอกจากนั้นคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ยังสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ซึ่งเป็นคำแนะนำแบบกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ พันธุ์อ้อยและปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก

ประเทศไทยได้เริ่มมีการพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกับอ้อยโรงงานอย่างเป็นทางการในปี 2534-2536 จากการทดลอง 11 การทดลอง ได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกับอ้อย คือ 12-6-12 กิโลกรัมของN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (โชติ, 2541) ต่อมาในปี 2544-2545 ปรีชาและคณะ (2547) ได้พัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกับอ้อยโรงงานจากการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสุนการวิจัย (สกว.) เป็นรูปแบบโปรแกรม Canefert 1.0 ซึ่งในปี 2548 ได้มีการขยายผลสัมฤทธิ์จากโครงการพัฒนาคำแนะนำการจัดการธาตุอาหารกับข้าวโพด (SimCorn) เฉพาะพื้นที่ ไปดำเนินงานวิจัยกับข้าว (SimRice) และอ้อย (SimCane) โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสุนการวิจัย (Attanandana *et al.*, 2008; Phinchongsakuldit, 2014) และในปี 2551 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ก็ได้พยายามรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ในสังกัด เช่น กรมวิชาการเกษตร (กองปฐพีวิทยา) และกรมพัฒนาที่ดิน จัดทำคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงกับอ้อยโรงงานเช่นกัน ต่อมาในปี 2550-2552 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสุนการวิจัย จัดทำโครงการพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อยกระดับการให้ผลผลิตอ้อยและการทดสอบความแม่นยำของระบบคำแนะนำปุ๋ยอ้อย โดยประเมินจากผลวิเคราะห์ดินเฉพาะแปลง (Site-specific) คือปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ร่วมกับความหนาแน่นรวมของดิน โดยได้ดำเนินการใน 2 ฤดูปลูก ทั้งสามภาค ซึ่งปลูกอ้อยข้ามข้ามแล้ง คือ 1) ภาคกลาง จำนวน 1 แปลงในชุดดินกำแพงแสน จังหวัดสุพรรณบุรี 2) ภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 1 แปลงในชุดดินกำแพงเพชร จังหวัดนครสวรรค์ และปลูกอ้อยต้นฝน คือ 1) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2 แปลงในชุดดินชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา และชุดดินโคราช จังหวัดชัยภูมิ 2) ภาคเหนือตอนบน จำนวน 1 แปลงในชุดดินโคราช จังหวัดอุตรดิตถ์ และ 3) ภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 1 แปลงในชุดดินกำแพงเพชร จังหวัดนครสวรรค์ สรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยทั้งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและการใส่ 25 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินที่ประมาณจากความเป็นประโยชน์ได้ของไนโตรเจน โดยคงที่อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เพียงพอ ให้ผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกัน แต่ทุกอัตราแตกต่างทางสถิติจากวิธีการควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) เป็นผลเนื่องจากการเพิ่มน้ำหนักต่อลำของอ้อย แต่ไม่มีผลต่อการแตกกอซึ่งเป็นลักษณะมาจากพันธุกรรมและเขตกรรม (อรรถศิษฐ์, 2553) อย่างไรก็ตาม คำแนะนำปุ๋ยอ้อยที่ผ่านมาก็มีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกัน ทั้งลักษณะและจำนวนชุดดินหลักที่เป็นตัวแทนแต่ละกลุ่ม ชุดดินในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งพันธุ์อ้อยที่ทดลอง

อ้อยจะตอบสนองต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ได้รับมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และปริมาณฝนที่ตกกระจายอย่างสม่ำเสมอ จากรายงานของกองปฐพีวิทยา 2538 พบว่า อ้อยตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด รองลงมาได้แก่ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกันตามลักษณะที่สำคัญของชุดดิน ทักษิณาและคณะ (2548) อ้อยโคลน94-2-200 (หรือพันธุ์ขอนแก่น3) ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เฉลี่ย 9 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปรีชาและคณะ (2550) รายงานว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง3 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินสตึก จังหวัดขอนแก่น มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย

15.9 ตันต่อไร่ ที่อัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ และในชุดดินจัตุรัส เฉลี่ย 14.6 ตันต่อไร่ ที่อัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชอย่างเพียงพอ สอดคล้องกับกอบเกียรติและคณะ (2552) พบว่า อ้อยโคลน94-2-200 ที่ปลูกในดินเนื้อทรายร่วนชุดดินจอมพระและร่วนปนทรายชุดดินสตึกในสภาพอาศัยน้ำฝน (เขต 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี) มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน อ้อยปลูกมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 14.5 ตันต่อไร่ ที่อัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในขณะชุดดินจอมพระตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 11.1 ตันต่อไร่ ที่อัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ อย่างไรก็ตามทั้งสองชุดดินนี้ การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กิโลกรัมแห้งต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และ อ้อยตอ2 เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 8.1 19.0 และ 22.4 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกัน รองลงมาได้แก่ และสารเพิ่มทรัพย์ อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยชีวภาพ PGPR ตามลำดับ ในขณะที่ชุดดินร่วนเหนียวชุดดินสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา (เขตฝนน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี) อ้อยพันธุ์ 94-2-200 มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 16.1 ตันต่อไร่ ที่อัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ และการใช้สารเพิ่มทรัพย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตอ้อยตอ1 สูงกว่าวิธีการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกัน (เบญจมาศและคณะ, 2552) ซึ่งแตกต่างจากสมภพและคณะ (2545) รายงานว่า อ้อยพันธุ์เค84-200 ที่ปลูกในดินเหนียวสีแดงชุดดินโชคชัย ดินร่วนเหนียวปนทรายชุดดินโป่งน้ำร้อน และดินเหนียวสีดำชุดดินบึงชะนัง จังหวัดสระแก้ว มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 12 กก.N ต่อไร่ไม่แตกต่างกันทั้งสามชุดดิน ทั้งนี้ถวิล (2523) สรุปไว้ว่า การปลูกอ้อยในดินเหนียวที่มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าร้อยละ 3 ขึ้นไปไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนฟอสฟอรัสในดินทรายที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่มีประโยชน์แตกต่างกันตั้งแต่ต่ำกว่า 7-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่พบว่ามีการตอบสนองที่แตกต่างกัน (ชัยโรจน์และคณะ, 2547) สอดคล้องกับปรีชาและอุดม (2536) ไม่พบการตอบสนองของปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียม จากการปลูกอ้อยในดินร่วนเหนียวสีน้ำตาลต่อเนื่องระยะยาวนานถึง 15 ปี สภาพพื้นที่ที่มีการชลประทานในภาคกลาง นอกจากนี้ยังพบว่า อ้อยมีการตอบสนองต่อปุ๋ยมีความแตกต่างกันตามเขตฝน กล่าวคือ เขตที่มีฝน ตั้งแต่ 700-1,200 มิลลิเมตรต่อปี มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด ถึงอัตราปุ๋ย 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ และยังมีแนวโน้มในการขาดธาตุอาหารรอง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุอาหารเสริม เช่น เหล็ก สังกะสี โบรอนและซิลิคอนในพื้นที่ปลูกอ้อยอีกด้วย

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไถกลบพืชสด วัสดุอินทรีย์ หรือสารปรับปรุงดินร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพปุ๋ยและให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นนอกเหนือจากปรับปรุงสมบัติกายภาพดินให้ดีขึ้น Yadav (1995) พบว่า การใส่กากตะกอนน้ำอ้อยมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และในกากตะกอนน้ำตาลอ้อยมีปริมาณฟอสฟอรัสสูง และมีพีเอชเป็นด่างอ่อน

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอ้อย โดยเฉพาะการเจริญเติบโตสร้างน้ำหนักแห้ง และกระบวนการต่างๆ เพื่อการพัฒนาภายในต้นพืช เช่น เป็นส่วนประกอบของ

โปรโตพลาสซัม (Protoplasm) กระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการเต่งเซล ผ่านการดูดขึ้นใช้จากทางรากพืช ซึ่งความต้องการน้ำของอ้อยจะแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ โครงสร้างของพืช อายุ ระบบราก และอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพแวดล้อมได้แก่ ฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ทางอุตุนิยมวิทยา เป็นตัวกำหนดความต้องการน้ำของพืช

โดยทั่วๆ ไปปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ใน 1) ส่วนประกอบของพืช 2) กระบวนการคายน้ำ (Transpiration) และ 3) กระบวนการระเหย (Evaporation) ดังนั้นปริมาณน้ำที่พืชใช้ คือ ปริมาณทั้งหมดที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตรวมกับปริมาณน้ำที่ใช้ใน 2 กระบวนการ คือ คายน้ำจากใบ และส่วนต่างๆ ของพืช และกระบวนการระเหยจากดินในบริเวณที่พืชขึ้นอยู่ ซึ่งทั้งสองกระบวนการนี้รวมกันเรียกว่า การคายระเหยน้ำของพืช (Evapotranspiration) อย่างไรก็ตาม ในด้านการเกษตรได้ศึกษาการคายระเหยน้ำของพืชจากต้นพืชที่ขึ้นอยู่บนดินที่มีความชื้นอย่างสมบูรณ์ (มีความสมดุลและเหมาะสมกับพืช) และระยะการพัฒนาการของพืชรวมกันเรียกว่า ศักย์การคายระเหยน้ำ (Potential evapotranspiration: PET) หรือเรียกว่า อัตราการคายระเหยสูงสุดภายใต้สภาพลมฟ้าอากาศเป็นตัวกำหนด มักนิยมใช้พืชตระกูลหญ้า (ปกคลุมพื้นที่ดินอย่างสมบูรณ์) เป็นพืชศึกษาบนพื้นที่ที่มีน้ำหล่อเลี้ยงอย่างไม่จำกัดเป็นตัวเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงเรียกว่า การคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evapotranspiration: ETo)

การศึกษาหาการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้รวบรวมไว้ในบทที่ 3 เรื่องความต้องการน้ำของพืชว่า มีแนวทางศึกษาได้ดังนี้ 1) วิธีการวัดการระเหยของน้ำจากถาด (Pan Evaporation Method) 2) วิธีการชองเบลเนย์และคริดเดิล (Blaney-Criddle Method) และ 3) วิธีการใช้ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิงแบบเจาะจง (Indicative Values of ETo) เป็นต้น ซึ่ง Doorenbos and Pruitt (1977) ได้รวบรวมสูตรต่างๆ ในการคำนวณหาค่าศักย์การคายระเหยน้ำ ที่แพร่หลายได้แก่ สูตรของ Penman ซึ่งได้รับการพัฒนาจนถึงปัจจุบัน แต่ที่นิยมมากและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ สมการของเพนแมนและมอนทีธ (Penman-Montheith) และการระเหยน้ำจากถาดชั้นเอ (Class A evaporation pan)

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ รายงานว่าอ้อยเป็นพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มไม่ทนแล้ง (high sensitivity to drought) มีความต้องการใช้น้ำตั้งแต่ 1,500-2,500 มิลลิเมตรต่อฤดูกาล ซึ่งสนับสนุนโดย Carr and Knox (2010) ที่ได้ทบทวนและเรียบเรียงไว้ว่า ความต้องการใช้น้ำของอ้อยทั้งหมด (Total water-use; ETc) ประมาณ 1,100-1,800 มิลลิเมตร โดยช่วงที่ต้องการน้ำสูงสุดมีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 6-15 มิลลิเมตรต่อวัน

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (The crop coefficient: Kc) หมายถึง ความสามารถของพืชในการนำความชื้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเจริญเติบโต การพัฒนาหรือสร้างผลผลิตของพืช ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต Doorenbos and Pruitt (1977) ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวโพด ถั่วเหลือง และถั่วลิสงในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำระยะต่างๆ ออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้ 1)

ระยะตั้งต้น (Initial stage) คือ ระยะตั้งแต่หยอดเมล็ดจนถึงมีลำต้นงอกออกมา 2) ระยะพัฒนาการ (Development stage) คือ ระยะลำต้นเริ่มพัฒนาการเจริญเติบโต 3) ระยะกลางฤดูปลูก (Mid-season stage) คือ ระยะที่ลำต้นเจริญเติบโตเต็มที่ จนถึงเริ่มออกดอก และ 4) ระยะสุดท้าย (Late season stage) คือระยะออกดอกเต็มที่จนถึงเก็บเกี่ยว ในทำนองเดียวกัน Carr and Knox (2010) ได้สรุประยะการใช้น้ำของอ้อยตามการเจริญเติบโตดังนี้ 1) ระยะตั้งต้น (Initial growth stage) 2) ระยะแตกกอ (Development หรือ Tillering growth stage) 3) ระยะสะสมผลผลิต (Yield accumulation หรือ Grand growth stage) และ 4) ระยะสุกแก่ (Ripening หรือ drying-off) สำหรับประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร (2549) ได้แบ่งระยะการเจริญเติบโตของอ้อยออกเป็น 4 ระยะเช่นกัน คือ 1) ระยะตั้งต้น ประมาณ 30 วัน 2) ระยะแตกกอ ประมาณ 140 วัน 3) ระยะสะสมน้ำตาล ประมาณ 125 วัน 4) ระยะสุกแก่ ประมาณ 35 วัน อย่างไรก็ตาม Doorenbos and Pruitt (1977) รายงานว่า ช่วงเวลาของแต่ละระยะการเจริญเติบโต ไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวพืชเพียงอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ หรือความชื้นของดิน ที่เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกด้วย

อ้อยตอบสนองต่อการใช้น้ำมากที่สุดในระยะการแตกกอ (อายุ 31 ถึง 170 วันหลังปลูก) รองลงมาได้แก่ ระยะงอก (ปลูก ถึงอายุ 30 วัน) และ ระยะยืดปล้อง (อายุ 171 ถึง 295 วันหลังปลูก) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของผลผลิตอ้อยจากการให้น้ำในระยะต่างๆ มีความแตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดิน (Thanomsub *et al.*, 2006) พบว่า อ้อยที่ปลูกในดินเหนียวการให้น้ำแบบร่องทุกระยะที่มีค่าการระเหย (Evaporation-pan) สะสมครบ 90 มิลลิเมตรหรือทุก 14 วันทำให้อ้อยมีผลผลิตเพิ่มขึ้น เฉลี่ยร้อยละ 48-51 ในขณะดินร่วนปนทรายการให้น้ำทุกระยะที่มีค่าการระเหยครบ 120 มิลลิเมตรผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกับ 60 มิลลิเมตร การให้น้ำประมาณ 0.6 เท่าของค่าการระเหยสะสมให้ผลผลิตอ้อยที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทรายเพิ่มขึ้นสูงสุด เฉลี่ย ร้อยละ 28 และ 71 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ให้น้ำ ปัจจุบัน การใช้ระบบน้ำหยดในไร่อ้อยเป็นที่นิยมแพร่หลายกันในประเทศที่ปลูกอ้อยชั้นนำของโลก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง ประหยัดน้ำและแรงงานให้น้ำเนื่องจากได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอทำให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย เนื่องจากอ้อยได้รับปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ และทั่วถึงสามารถลดปุ๋ยเคมีลงเหลือเพียง 1/3 ของอัตราปกติ จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่า การใช้ระบบน้ำหยดในไร่อ้อยช่วยเพิ่มผลผลิตอ้อยได้อย่างน่าพอใจ รวมทั้งประหยัดน้ำได้จำนวนมากเมื่อเทียบกับการให้น้ำแบบสปริงเกลอ (sprinkler) และระบบร่อง (Furrow) สำหรับในเมืองไทยมีรายงานเรื่องการใช้ระบบน้ำหยดในไร่อ้อยค่อนข้างน้อย เช่น โรงงานน้ำตาลกลุ่มวังขนาย รายงานไว้ว่า ผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ2 สูงกว่าการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน รวมทั้งการไว้ตอก็จะดีกว่า เนื่องจากเมื่อตัดอ้อยแล้วสามารถให้น้ำอ้อยตอได้ทันที

การเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินนั้นเกี่ยวข้องกับความชื้นของดินเป็นอย่างมาก โดยที่ความชื้นของดินจะเป็นตัวกลางที่ทำให้ธาตุอาหารพืชนั้นละลายอยู่ในน้ำ และสามารถูกดูดใช้ได้โดยพืช ในดินชนิดเดียวกัน การละลายของธาตุอาหารพืชก็แตกต่างกันไปตามปริมาณความชื้นที่ได้รับ

และในดินที่ต่างชนิดกัน การละลายของธาตุอาหารก็แตกต่างกันด้วยแม้ว่าจะมีปริมาณความชื้นที่เท่ากัน จิรพงษ์และคณะ (2546) รายงานว่า การให้ปุ๋ยกับระบบน้ำหยดในอัตรา 2/3 ของอัตราทางดิน (900-375-1125 กรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อต้นต่อปี) ทำให้ลำไยดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและให้ผลผลิตสูงกว่าให้ปุ๋ยทางดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ระบบน้ำหยดในไร่อ้อยยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ โดยเฉพาะด้านเทคนิคในการ ปฏิบัติในไร่เกษตรกรนั้นยังขาดคำแนะนำที่ถูกต้องและเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ปลูกอ้อยในดินชนิดต่างๆ รวมทั้งปริมาณน้ำ อัตราปุ๋ยที่ใช้ ช่วงระยะเวลาที่จะให้ปุ๋ย และให้น้ำชลประทานที่เหมาะสมในแต่ละชนิดของดินที่ปลูกอ้อย

สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะยิ่งมีผลกระทบรุนแรงต่อการผลิตพืชมากขึ้น แบบจำลองของสภาพภูมิอากาศบ่งชี้ให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศของโลกในอนาคต จะเกิดภาวะความแห้งแล้งที่ยาวนานขึ้น ขณะเดียวกันปริมาณน้ำฝนต่อปีก็มีปริมาณมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงอย่างมากที่จะต้องเจอกับการเกิดภาวะฝนแล้ง และน้ำท่วมขัง อย่างไรก็ตามถึงแม้จะยังไม่เกิดในอนาคต ในสภาพการผลิตพืชในปัจจุบันก็ต้องประสบกับภาวะความแห้งแล้งเนื่องจากฝนทิ้งช่วง หรือระบบการปลูกพืชข้ามแล้งหรือไม่ก็ประสบกับน้ำท่วมขัง ซึ่งเกิดขึ้นทุกปีในแต่ละปีเกิดขึ้นในช่วงเวลาและสถานที่ที่แตกต่างกัน การรายงานความเสียหายอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาจากน้ำท่วม หรือแห้งแล้งแล้วพบว่ามีพื้นที่เป็นจำนวนมากและต่อเนื่องมาประจำทุกปี จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก หรือแห้งแล้งซ้ำซาก ในระดับรุนแรง เกิดขึ้นมากกว่า 40 ล้านไร่ต่อปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) ผลกระทบที่สำคัญคือทำความเสียหายให้กับพืชอายุสั้นได้ พื้นที่จำนวนมากเหล่านี้สามารถกลับนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยการหาพืชที่มีอายุยาวเช่น อ้อย ไปปลูกทดแทน จากการศึกษาของ สุทัดและคณะ (2543) พบว่าอ้อยสามารถทนต่อน้ำขังได้ และยังมีความทนทานที่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ นอกจากนั้นน้ำท่วมขังที่ระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกันมีผลต่อการให้ผลผลิตแตกต่างกันไปด้วย การที่อ้อยสามารถทนน้ำขังได้หรือทนแล้งได้ส่วนหนึ่งเกิดจากระบบรากที่อ้อยมีอยู่ที่เรียกว่า superficial root ซึ่งมีรากจำนวนมากและสามารถดูดน้ำและอาหารจากผิวดินได้ (Smith *et al*., 2005) ข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อยที่ผ่านมา มีการศึกษาไว้ค่อนข้างมาก Ritchie *et al*. (1986) ได้รายงานไว้ว่าอุณภูมิต่ำสุด (base temperature) ที่อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ 9 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 32-45 องศาเซลเซียส ซึ่งนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง APSIM และมีค่าที่แตกต่างกันไปเช่น Inman-Bamber (1994b) รายงานไว้ที่ 8 องศาเซลเซียส ขณะที่ Robertson *et al*. (1998) ใช้ 15 องศาเซลเซียส และมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในสภาพที่ไม่มีปัจจัยจำกัด อยู่ในช่วง 31.0-35.1 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Robertson *et al*., 1996) แต่ลักษณะทางสรีระวิทยาของอ้อยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษคือดัชนีพื้นที่ใบ (Sinclair *et al*., 2004) การศึกษาของ Allison *et al*. (2007) พบว่า อ้อยเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตช้ามาก หากเทียบกับพืชอื่นๆ มีความสัมพันธ์กันระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและการหายใจ ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตได้รับผลกระทบโดยตรงจากพื้นที่ใบ (Inman-Bamber *et al*., 2005) แต่อย่างไรก็ตาม Lingle (1997) และ Allison and Pammenter

(2002) พบว่าถึงแม้การเจริญเติบโตของอ้อยเป็นไปอย่างช้าๆ แต่ไม่มีผลต่อขนาดของทรงพุ่มใบเมื่อถึงวันที่เก็บเกี่ยว และผลการศึกษาของ Keating *et al*. (1999) พบว่า เมื่อดัชนีพื้นที่ใบมากกว่า 5 แล้วไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ถึงแม้ว่ามีปัจจัยต่างๆ มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย Muchow *et al*. (1994) กล่าวไว้ว่าปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญมีเพียงสามประการได้แก่ แสง อุณหภูมิ และน้ำฝน และกล่าวว่าข้อมูลต่างๆ จากรายงานที่มีอยู่เป็นการศึกษากับพันธุ์อ้อยกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้นๆ เมื่อมีการใช้พันธุ์อ้อยใหม่ และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป การเจริญเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อยก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับของ Singels *et al*. (2005) ที่ให้ข้อเสนอแนะว่า การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง การแบ่งปันสารอาหารไปสร้างส่วนต่างๆ ของอ้อย ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย

ระบบการผลิตพืชเป็นระบบที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายของสภาพแวดล้อมส่งผลทำให้เกิดความแปรปรวนของผลผลิตอ้อยทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (ปรีชาและคณะ, 2555) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตอ้อยในประเทศไทย เกริกและคณะ (2552) พบว่า สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากการใช้ข้อมูลอากาศปี 2010-2100 ที่ได้จากแบบจำลอง ECHAM4-PRECIS พบว่าในการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศไม่มีผลระยะยาวต่อการผลิตอ้อยทั้งประเทศ แต่ผลผลิตอ้อยยังมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาเฉลี่ยร้อยละ 23 ซึ่งเกิดขึ้นในพื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมดังกล่าวจำเป็นต้องศึกษาการจัดการที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องมือหรือวิธีการที่จะนำมาประเมินผลกระทบดังกล่าวด้วย ซึ่งในปัจจุบันแบบจำลองพืชเป็นที่ได้รับความนิยมจากนักวิจัยทั่วโลก (Jones *et al*., 2003) และในขณะเดียวกันแบบจำลองสมดุลของน้ำก็ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน (Gassman *et al*., 2007) เช่นเดียวกับแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก ในปัจจุบันมีหลายๆ แบบจำลองให้ใช้ เช่น แบบจำลอง canegro model ในโปรแกรม DSSAT (Hoogenboom *et al*., 2004), Aquacrops model (studeto *et al*., 2009) APSIM (www.apsim.info) ซึ่งหากมีการเตรียมข้อมูลนำเข้าที่ดีและครบถ้วน สามารถนำมาใช้ประเมินผลผลิตที่ควรจะได้ในระดับไร่นาเกษตรกรได้เป็นอย่างดี และสามารถนำมาวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตได้ (lansigan *et al*., 1998). ปรีชา และคณะ, (2548) ได้วิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตถั่วลิงโดยใช้แบบจำลอง CSM-Cropgro Peanut model ในพื้นที่ปลูกอ้อย อ.กุดจับ จ. อุดรธานี พบว่าแบบจำลองสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตอ้อยได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังสามารถช่วยประเมินสาเหตุที่ทำให้เกิดช่องว่างของผลผลิตได้ด้วย และแนะนำให้นำไปใช้กับพื้นที่อื่นๆ ด้วย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ขนาดของช่องว่างของ

ผลผลิต จะบ่งชี้ถึงโอกาสที่จะยกระดับของผลผลิตในพื้นที่นั้นๆ และหากทราบสาเหตุของการเกิดช่องว่างของผลผลิตแล้วจะทำให้ทราบถึงวิธีการที่จะยกระดับของผลผลิตได้ (อารันต์, 2535) ที่ผ่านมายังไม่มีการวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตอ้อยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแต่ยังคงมีปัญหาผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากหลายๆ แบบจำลองของสภาพภูมิอากาศ บ่งชี้ให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศของโลกในอนาคตจะเกิดภาวะความแห้งแล้งที่ยาวนานขึ้น ขณะเดียวกันปริมาณน้ำฝนต่อปีก็มีปริมาณมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงอย่างมากที่จะต้องเจอกับการเกิดภาวะฝนแล้ง และน้ำท่วมขัง อย่างไรก็ตามถึงแม้จะยังไม่เกิดในอนาคต ในสภาพการผลิตพืชในปัจจุบันก็ต้องประสบกับภาวะความแห้งแล้งเนื่องจากฝนทิ้งช่วง หรือระบบการปลูกพืชข้ามแล้ง หรือไม่ก็ประสบกับน้ำท่วมขัง ซึ่งเกิดขึ้นทุกปีในแต่ละปีเกิดขึ้นในช่วงเวลาและสถานที่ที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม หากจะประเมินความเหมาะสมของพันธุ์กับสภาพพื้นที่ให้ถูกต้องและแม่นยำมากกว่านี้ ควรจะต้องมีการวิเคราะห์พื้นที่ ดิน สภาพแวดล้อมอื่น ความต้องการและการปรับตัวเฉพาะของแต่ละพันธุ์ การตอบสนองต่อปุ๋ย การใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ตลอดจนการใช้น้ำและปัจจัยอื่นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพอ้อย จะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุน และเลือกใช้พันธุ์และเทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยอย่างบูรณาการ และต้องสอดคล้องกับการปฏิบัติของเกษตรกร เช่น สภาพพื้นที่ การใช้พันธุ์ที่เหมาะสม การปรับปรุงดิน การเลือกใช้แหล่งของปุ๋ย ชนิดปุ๋ย การให้น้ำ แบบผสมผสาน เป็นต้น โดยสามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยให้มีพลวัตตามการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและราคาผลผลิตจากการศึกษาการตอบสนองของปุ๋ยโดยเฉพาะไนโตรเจน การทดแทนปุ๋ยเคมีจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก วัสดุอินทรีย์ วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร และความต้องการและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพันธุ์อ้อย ทั้งชนิดอ้อยปลูกใหม่ และอ้อยตอ

ดังนั้นจึงได้ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับอ้อยแบบบูรณาการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับแนะนำแก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในการลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และการแข่งขันเชิงพาณิชย์ที่จะมีมากขึ้นในอนาคต ให้ระบบการผลิตอ้อยมีความยั่งยืนต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์อ้อยพันธุ์ดี ตามลักษณะเนื้อดิน และข้อจำกัดที่มีต่อการผลิตอ้อย เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตอ้อยของประเทศ

2) เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ดี สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3) เพื่อให้ได้ข้อมูลการความต้องการน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อย และบริหารจัดการน้ำในไร่อ้อยในแต่ละพื้นที่

4) เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการใช้สารเร่งการเจริญเติบโต วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ การใช้

ประโยชน์ของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ประยุกต์กับวิธีการจัดการดินและปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานที่เหมาะสมสำหรับแนะนำเฉพาะพื้นที่ปลูกหลักของอ้อยแบบบูรณาการ

5) เพื่อให้ได้ทดสอบวิธีวิเคราะห์ขนาดช่องว่างของผลผลิตอ้อยในแหล่งปลูกที่อาศัยน้ำฝน (ที่มีน้ำเป็นปัจจัยจำกัด) โดยใช้แบบจำลองพืช เปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จริง

6) เพื่อให้ได้ข้อมูลผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและผลกระทบต่อคุณภาพดินในไร่อ้อยแต่ละพื้นที่ในระยะยาว

3.วิธีการวิจัย

1. กิจกรรมงานวิจัย 1 การวิจัยและพัฒนาการจัดการดิน และปุ๋ยอ้อย

กิจกรรมย่อย 1.1 วิจัยและพัฒนาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหาร

เป็นการศึกษาในชุดดินตัวแทนของกลุ่มเนื้อดินหลักของพื้นที่ปลูกอ้อย 5 กลุ่ม ภายใต้สภาพที่มีการปรับปรุงดินเพื่อลดข้อจำกัดทางผลิตภาพการผลิตอ้อยของแต่ละกลุ่มดิน และไม่ปรับปรุงดิน (เกษตรนิยมปฏิบัติ) เลือกพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตรที่มีศักยภาพการผลิต (ขอนแก่น3) เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ (แอลเค92-11 ที่มีชื่อทางการว่า สอน.12) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ศึกษาการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อหาเส้นตอบสนองต่อปุ๋ย (Response curve of N fertilizer) เฉพาะพื้นที่ เฉพาะพันธุ์ภายใต้การปรับปรุงดินและไม่ปรับปรุงดิน เพื่อให้คำแนะนำปุ๋ยอย่างมีพลวัตตามราคาปุ๋ยและราคาผลผลิต (คาดการณ์) ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชใส่ให้แบบพอเพียงตามเกณฑ์คำแนะนำ

กิจกรรมย่อยที่ 1.2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานต่อผลผลิตของอ้อย

เป็นการศึกษาการใช้ปุ๋ยแบบสมผสานจากการใช้ปุ๋ยหมักอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ (พีจีพีอาร์ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต) ปุ๋ยพืชสด วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตร และสารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อลดต้นทุนจากการทดแทนปุ๋ยเคมี เลือกพันธุ์อ้อยขอนแก่น3 ศึกษาประสิทธิภาพของปัจจัยต่างๆ ทั้งใช้แบบเดี่ยว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบพึ่งพาตนเอง

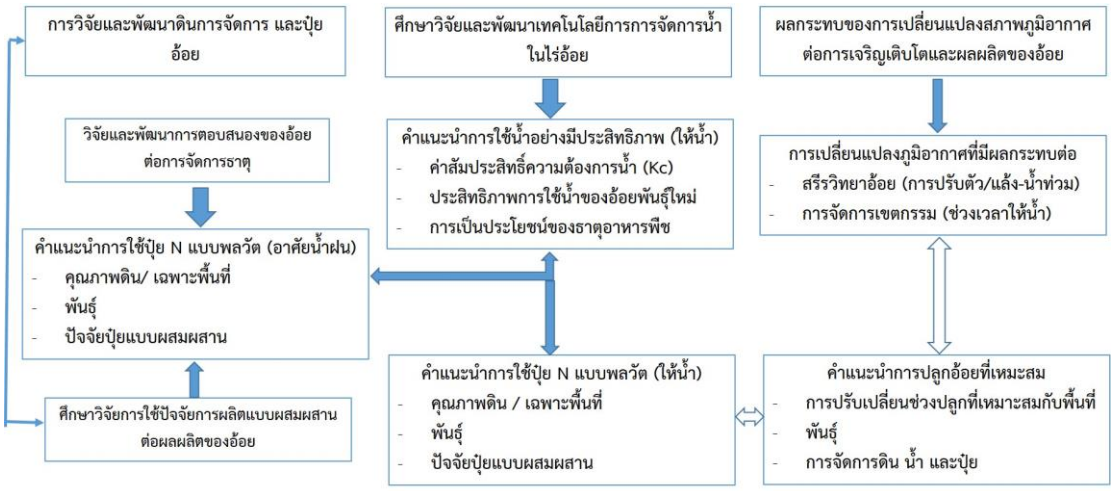
2. กิจกรรมงานวิจัย 2 ศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการการจัดการน้ำในไร่อ้อย

เป็นการศึกษาการหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำพันธุ์ขอนแก่น3 เพื่อให้คำแนะนำการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตและยืดอายุการไว้ตออ้อย การเพิ่มการดูดใช้ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชของอ้อย ประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ใหม่ และใช้เป็นต้นแบบการเลือกช่วงปลูกพืชที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ต่อการปลูกอ้อยต่อไป

3. กิจกรรมงานวิจัย 3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย

เป็นการศึกษาการใช้โมเดลประเมินการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของอ้อย เปรียบเทียบกับแปลงทดลอง ศึกษาการให้น้ำกลางคืนเปรียบเทียบกับกลางวัน กลางกออ้อยและระหว่างแถว เพื่อหาประสิทธิภาพการให้น้ำอ้อย การทนน้ำท่วมขังและการสูญเสียผลผลิตอ้อยขอนแก่น3 เพื่อประกอบ

ให้คำแนะนำสำหรับพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมขังในสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงและปลูกอ้อยทดแทนนาที่ไม่เหมาะสม



ภาพที่ 1 การเชื่อมโยงตามเป้าหมายของแต่ละกิจกรรมงานวิจัยในโครงการ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำและปุ๋ยอ้อย ได้ดำเนินการตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2558 มี 3 กิจกรรมทดลอง ประกอบด้วย 1) การวิจัยและพัฒนาดินการจัดการและปุ๋ยอ้อย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ 1.1) วิจัยและพัฒนาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์กับ 5 กลุ่มดินในพื้นปลูกอ้อย และ 1.2) วิจัยการใช้ปัจจัยแบบผสมผสานต่อผลผลิตอ้อย 2) ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการน้ำในไร่อ้อย และ 3) ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อย

ผลการทดลอง พบว่า 1) กลุ่มดินทราย ที่ปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับโดโลไมท์ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 10-34 และ 4-52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบกับการไม่ปรับปรุง ส่วนการปรับปรุงด้วยมูลไก่แกลบ 800 กิโลกรัมต่อไร่นั้น กลุ่มดินร่วนให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้นสูงสุด รองลงมา ได้แก่ กลุ่มดินเหนียว และ กลุ่มดินนา ตามลำดับ สำหรับกลุ่มดินตื้นที่ปรับปรุงด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย และกลุ่มดินด่างที่ปรับปรุงด้วยกำมะถันผง ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่คุ้มค่ากับการลงทุน 2) อ้อยพันธุ์อู่ทอง14 (94-2-106) ที่ปลูกในกลุ่มดินด่าง ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 13-32 และ 6-15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบกับพันธุ์อ้อยที่เกษตรกรนิยม ส่วนพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้นสูงสุดในดินทราย เฉลี่ย 7-25 และ 8-18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ กลุ่มดินนาที่ปลูกอ้อยด้วยพันธุ์ขอนแก่น3 (หรือสุพรรณบุรี80 ที่ปลูกในชุดดินราชบุรี) กลุ่มดินร่วน กลุ่มดินตื้น และ กลุ่มดินเหนียว ตามลำดับ และพบว่า การปรับปรุงดินและใช้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น และ 3) ได้สมการการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เฉพาะเจาะจงกับอ้อยปลูกและอ้อยตอภายใต้สภาพที่มีการจัดการดินแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เพื่อพัฒนาคำแนะนำอย่างเป็นระบบและถูกต้องมากขึ้นกว่าเดิม 4) ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยมูลไก่ ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และ วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น น้ำกากส่า และน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง สามารถใช้ผสมผสานร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตอ้อย และลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 5) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของอ้อยปลูก และอ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น3 เพื่อใช้กำหนดปริมาณการใช้น้ำตามความต้องการของอ้อยให้สอดคล้องกับพื้นที่ปลูก 6) ได้แผนที่สภาพแวดล้อมของการผลิตอ้อยที่มีผลกระทบจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่จำกัดสำหรับอ้อยในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคาดการณ์และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย ได้สมการอย่างง่ายและพัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (cal.cane) สำหรับสมาร์ทโฟนที่มีระบบปฏิบัติการเป็นแอนดรอยด์ เพื่อประเมินผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และ แอลเค92-11 และ 7) ได้แนวทางเขตกรรมที่ถูกต้องเพื่อลดผลกระทบจากภาวะน้ำท่วมขัง และอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น การวางแผนช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวในพื้นที่เสี่ยงกับน้ำท่วม การ

เตรียมดินที่ถูกต้อง และการเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำอ้อยในตอนกลางคืนแทนกลางวัน นอกเหนือจากการใช้พันธุ์และปุ๋ยที่เหมาะสมกับพื้นที่

Abstract

Research and development on soil, water and fertilizer for sugarcane project was carried out since 2011 to 2015. It had been done of 3 activities, consisted of 1) Research and development on soil and fertilizer management in sugarcane which divised into 2 sub activities as follow to 1.1) Research and development on nutrient response for site-specific management in sugarcane and 1.2) Integrated agricultural production sciences research on sugarcane, respectively. 2) Research and development on water management technology in sugarcane fields and 3) Impact of climate change on growth and yield of sugarcane The results showed that 1) soil amendment with filter cake and dolomite combination applied in sandy soils, gave millable cane of plant and 1st ratoon cane increased account for 10-34 % 4-52% over the control, respectively. By using broiler chicken manure also obtained the highest yield increasing in loamy soils, followed by clayey soils, soils in transitional zone of lowland and upland, respectively. For soil improvement, by filter cake in skeletal or shallow soils and by sulfur powder in calcareous soils were also increased sugarcane yield but there were not enough economic returns on these practices. 2) In calcareous soils, Uthong14 (94-2-106) sugarcane variety was more profitable that gave the yield 13-32% and 6-15% higher than LK92-11 in plant and 1st ratoon cane. Khon Kaen3 (KK3) also obtained the yield higher than LK92-11 in sandy soils, the transited soils (similar to SP80 in Rb soils), loamy soils, skeletal soils and clayey soils, respectively. Because of soil improvements and identified varieties can increase the N use efficiency in plant and ratoon cane. 3) N response curves and equations obtained from each of specific sites and difference managements for fitted N fertilizer recommendation and balanced management of P and K. 4) Green manures, chicken manure, bio-fertilizes such as PGPR, solubilizing bacteria, and fungi, and industrial wastes as vinasse and waste-water from cassava starch factory could be well integrated with chemical fertilizer for improving cane yield and reducing cost. 5) It had been gotten the crop water coefficient (Kc) of KK3 variety that be useful for enhancing of water scheduling scheme in sugarcane production. 6) Simulation mapping unit of sugarcane planting areas in the North and Northeast of Thailand could be defined to 1,079 and 1,980 environmental units, respectively. It was found

that diverse environmental aspects. The greater effects on sugarcane yield, are spatial variables like as soil and weather factors and temporal variables as the variations of rainfall. Using simply equation for evaluation cane yield of KK3 and LK92-11, the cal.cane program namely has been developed and setting up on the smart phone which used android for operation system. And 7) Good cultivation practices could be a resilient approach to reduce the impact of climate change such as appropriated for planting and harvesting calendars, suited in land preparation method and reduced evaporation of water by nighttime irrigation, in addition to extend across the high potential yield of variety and proper fertilizer use.

กิจกรรมที่ 1 การวิจัยและพัฒนาดินการจัดการ และปุ๋ยอ้อย

Research and Development on Soil and Fertilizer Management in Sugarcane

กิจกรรมย่อย 1.1 วิจัยและพัฒนาการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหาร

Research and Development on Nutrient Response for Site-specific Management in Sugarcane

ผู้วิจัย

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[5/] กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[1/] สมควร คล้องช้าง[5/] ดาวรุ่ง คงเทียน[3/] อุดม วงศชนะภัย[14/] สุภาพร สุขโต[15/] วาสนา วันดี[13/] เบญจมาศ คำสืบ[11/] บุญญาภา ศรีหาตา[10/] วสันต์ วรรณจักร[9/] วัลลีย์ อมรพล[4/] พินิจ กัลยาศิลปิน[16/] เบญจรัตน์ วุฒิกมลชัย[16/] อนงค์นาฏ พรหมทะสาร[7/] สมฤทัย ตันเจริญ[5/] อุบล หินเธาว์[6/] ศรีสุดา ทิพยรักษ์[2/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] วันทนา เลิศศิริวรกุล[2/]

คำสำคัญ (Key words)

อ้อย พันธุ์อ้อย การปรับปรุงดิน ปุ๋ยอนินทรีย์ มูลไก่แกลบ กากตะกอนหม้อกรองอ้อย โดโลไมท์ กำมะถัน การตอบสนองต่อไนโตรเจน ประสิทธิภาพของไนโตรเจน

Sugarcane, Varieties, Soil improvement, Mineral fertilizer, Boilers chicken manure, Filter cake, Dolomite, Sulfur, N response curve, Nitrogen Use Efficiency (NUE)

บทคัดย่อ

ศึกษาการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจนกับอ้อยปลูกและอ้อยตอ ในแต่ละพื้นที่ภายใต้การจัดการดินที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2558 ได้ดำเนินการในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทาง

ภูมิศาสตร์กับ 5 กลุ่มดินที่เป็นตัวแทนหลักในพื้นที่ดอนที่ปลูกอ้อย จำนวน 20 ชุดดิน ได้แก่ กลุ่มดินเหนียว (ชุดดินทับกวาง ชุดดินลพบุรี และชุดดินวังไฮ) กลุ่มดินร่วน (ชุดดินกำแพงแสน ชุดดินจัตุรัส ชุดดินชุมพวง ชุดดินสีคิ้ว ชุดดินสันป่าตอง และชุดดินสตึก) กลุ่มดินทราย (ชุดดินบ้านไผ่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินกำบง ชุดดินสัตหีบ) กลุ่มดินตื้น (ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินวังสะพุง ชุดดินโพนพิสัย และชุดดินมวกเหล็ก) และ กลุ่มดินด่างหรือดินที่มีอนุภาคเม็ดปูนปะปน (ชุดดินตาคลี ชุดดินลำนารายณ์ ชุดดินสมอทอด และดินคล้ายชุดดินสมอทอด) ซึ่งเป็นชุดดินบนพื้นที่ดอน และชุดดินบนพื้นที่ลุ่มถึงรอยต่อพื้นที่ดอน จำนวน 3 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินราชบุรี ชุดดินเพชรบุรี และชุดดินบ้านบึง รวมทั้งหมด 23 ชุดดิน ผลการทดลอง พบว่า 1) การปรับปรุงดินสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยได้ โดยในกลุ่มดินทราย การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับโดโลไมท์ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 10-34 และ 4-52 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบกับการไม่ปรับปรุง ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปฏิบัติ รองลงมาได้แก่ กลุ่มดินร่วนที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่แกลบ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 4-61 และ 6-40 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในชุดดินชุมพวง และ สตึก กลุ่มดินเหนียวที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่แกลบ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 4-19 และ 6-38 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มดินนาที่ปรับปรุงด้วยมูลไก่แกลบ 800 กิโลกรัมต่อไร่ (ชุดดินราชบุรี และเพชรบุรี) ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 5-10 และ 18 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มดินตื้นที่ปรับปรุงด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 4-7 และ 1-5 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มดินด่างที่ปรับปรุงด้วยกำมะถันผง 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 2-10 และ 3-11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบกับการไม่ปรับปรุง 2) การปรับเปลี่ยนพันธุ์อ้อย สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยได้ โดยในกลุ่มดินด่างที่ปลูกอ้อยด้วยพันธุ์อู่ทอง14 (94-2-106) ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 13-32 และ 6-15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบกับการใช้พันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปฏิบัติ รองลงมาได้แก่ กลุ่มดินทราย การปลูกอ้อยด้วยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 7-25 และ 8-18 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นอ้อยปลูกในชุดดินน้ำพอง จังหวัดกาฬสินธุ์และอ้อยตอในชุดดินสัตหีบ กลุ่มดินนาที่ปลูกอ้อยด้วยพันธุ์ขอนแก่น3 (หรือสุพรรณบุรี80 ที่ปลูกในชุดดินราชบุรี) ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 13-20 และ 8-14 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มดินร่วนที่ปลูกอ้อยด้วยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูก เพิ่มขึ้น 4-50 และ ลดลงในอ้อยตอ1 3-8 เปอร์เซ็นต์ (ยกเว้นชุดดินสตึก) กลุ่มดินตื้นที่ปลูกอ้อยด้วยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 11-31 และ 6-29 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มดินเหนียวที่ปลูกอ้อยด้วยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และอ้อยตอ1 เพิ่มขึ้น 0.3-19 และ 1-10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบกับการใช้พันธุ์ของเกษตรกร จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน พบว่า การปรับปรุงดินและพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น และ 3) ได้สมการการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เฉพาะเจาะจงกับอ้อยปลูกและอ้อยตอภายใต้

สภาพที่มีการจัดการดินแตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ เพื่อพัฒนาคำแนะนำอย่างเป็นระบบและถูกต้องมากขึ้นกว่าเดิม

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

เป็นการศึกษาในชุดดินตัวแทนของกลุ่มเนื้อดินหลักของพื้นที่ปลูกอ้อย 5 กลุ่ม ภายใต้สภาพที่มีการปรับปรุงดินเพื่อลดข้อจำกัดทางผลิตภาพการผลิตอ้อยของแต่ละกลุ่มดิน และไม่ปรับปรุงดิน (เกษตรนิยมปฏิบัติ) เลือกพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตรที่มีศักยภาพการผลิต (ขอนแก่น 3) เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ (แอลเค92-11 ที่มีชื่อทางการว่า สอน.12) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ศึกษาการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อหาเส้นตอบสนองต่อปุ๋ย (Response curve of N fertilizer) เฉพาะพื้นที่ เฉพาะพันธุ์ภายใต้การปรับปรุงดินและไม่ปรับปรุงดิน เพื่อให้คำแนะนำปุ๋ยอย่างมีพลวัตตามราคาปุ๋ยและราคาผลผลิต (คาดการณ์) ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชใส่ให้แบบพอเพียง จากเกณฑ์คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามค่าวิเคราะห์ดิน (ภาพที่ 1) ที่พัฒนาโดยกอบเกียรติ (2552)

การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (อาศัยน้ำฝน) (กอบเกียรติ, 2552) สำหรับอ้อยปลูก

รายการที่วิเคราะห์	ระดับ	อัตราปุ๋ย กก.N/ไร่	กก.P_2O_5/ไร่	กก.K_2O/ไร่	ผลการวิเคราะห์
1. อินทรียวัตถุ (%)					
1.1 ดินสีน้ำตาล – ดำ	<1	18			OM. 0.72 %
	1-2	12			
	>2	6			
2. ดินสีแดง	<1	9			
	1-2	6			
	>2	6			
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	<7		9		
	7-30		6		
	>30		3		Avail.P 320 mg/kg
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	<30			18	Exch.K 23 mg/kg
	30-90			12	
	>90			6	

หลักการดำเนินการทดลอง

สำรวจ และคัดเลือกแปลงทดลอง โดยศึกษารายละเอียดของชั้นดิน (Soil profile) และเก็บตัวอย่างดิน ภายในความลึก 50 เซนติเมตรจากผิวดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ และประเมินอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามเกณฑ์ และกำหนดวิธีการทดลอง

วางแผนทดลองแบบ แบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำแต่ละซ้ำมี ปัจจัยที่ 1 คือ การปรับปรุงดิน เพื่อลดจำกัดทางกายภาพและเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ย (มูลไก่แกลบ สำหรับดินกลุ่มเนื้อ

ดินร่วน ถึง ดินเหนียว กากตะกอนหม้อกรองอ้อยและปูนโดโลไมท์สำหรับกลุ่มเนื้อดินทราย กากตะกอนหม้อกรองอ้อยสำหรับกลุ่มดินตื้น (หน้าดินตื้นกว่า 50 เซนติเมตร) และผงกำมะถันสำหรับดินด่าง (Calcareous soils) หรือดินเนื้อปูน) เปรียบเทียบกับการไม่ปรับปรุงดินซึ่งเกษตรกรส่วนไม่นิยมปฏิบัติ ปัจจัยรอง คือ พันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์อ้อยใหม่ของกรมวิชาเกษตร (ขอนแก่น3 สุพรรณบุรี80 และอู่ทอง14 หรือ โคลน94-2-106) และ 2) พันธุ์อ้อยตามเกษตรกรในพื้นที่นิยม (แอลเค92-11 เค95-84 และเค88-92) ปัจจัยย่อย คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 4 อัตรา ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปรับลดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 0.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) อัตราแนะนำปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน และ 4) เพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ปุ๋ย ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม อย่างพอเพียง ดังตัวอย่างในภาพที่ 1 เช่น จากค่าวิเคราะห์ดินมี อินทรียวัตถุ 0.72 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 320 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงกำหนดอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็น 18 กิโลกรัมN 3 กิโลกรัมP_2O_5 และ 18 กิโลกรัมK_2O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระยะ คือ 2554-2556 และ 2556-2558 ซึ่งได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1.กลุ่มที่มีเนื้อดินเหนียว/ ร่วนเหนียว ได้แก่

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 และสิ้นสุด 2556

1.1 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว: ชุดดินทับกวาง (Fine, mixed, isohyperthermic *Ultic Paleustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 55) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกลาง (pH 7.1) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 14 และ 334 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรบ้านหนองสุขสันต์ ต.อุดมธัญญา อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ พิกัด 47P 0647971^{E} 1712048^{N} วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 11.48 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 11.6 เปอร์เซ็นต์ (10.29 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 11.01 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 10.72 ตันต่อไร่ ซึ่งผลผลิต

ที่ได้รับค่อนข้างต่ำ เนื่องจากประสบภาวะน้ำท่วมขังนานประมาณ 2 สัปดาห์เมื่ออ้อยมีอายุประมาณ 2-3 เดือน ทำให้รากอ้อยขาดอ๊อกซิเจนทำให้ดูดใช้ไนโตรเจนในช่วงแรก จึงมีการเจริญเติบโตและแตกกอได้น้อยกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ มีค่า Nitrogen Use Efficiency (NUE) 612 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจน โดยเพิ่มประสิทธิภาพของไนโตรเจน เฉลี่ย 11.6 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ปรับปรุงดิน และพันธุ์แอลเค92-11 มีค่า NUE เฉลี่ย 617 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น3 ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้ค่า NUE เพิ่มขึ้น และให้ค่าสูงสุด เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 12 กิโลกรัมต่อไร่ หรือคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และ 6-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ส่วนอ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 ควรแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง (Quadratic polynomial) คือ $YP_o = -0.0095x^2 + 0.3219x + 8.82$ ($R^2 = 0.9956$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0049x^2 + 0.2505x + 9.82$ ($R^2 = 0.9653$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 13.75 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 6.2 เปอร์เซ็นต์ (13.05 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.5 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 13.3 ตันต่อไร่ ซึ่งผลผลิตที่ได้รับค่อนข้างดีกว่าอ้อยปลูก เนื่องจากไม่ประสบภาวะน้ำท่วมขังนาน จึงมีการเจริญเติบโตและแตกกอได้ดีตามปกติ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ มีค่า Nitrogen Use Efficiency (NUE) 935 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจน โดยประสิทธิภาพของไนโตรเจนลดลงเล็กน้อย เฉลี่ย 5.4 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ปรับปรุงดิน และพันธุ์ขอนแก่น3 มีค่า NUE เฉลี่ย 985 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ประมาณ 4.8 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้ค่า NUE เพิ่มขึ้น และให้ค่าสูงสุด เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ0.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 เช่นเดียวกับการปรับปรุงดิน ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_o = -0.0201x^2 + 0.5127x + 10.61$ ($R^2 = 0.8573$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ YR_i

= $-0.0178x^2 + 0.507x + 11.27$ ($R^2 = 0.905$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

1.2 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว: ชุดดินลพบุรี (Very-fine,Smectitic,Isohyperthermic *Typic Haplusterts* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 28) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.7) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.73 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 44 และ 97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พิกัด 47P 663493 ^{E} 1707652^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรองประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 22.26 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 3.7 เปอร์เซ็นต์ (21.46 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 23.75 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 19.93 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 19.2 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 สอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ แต่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น คือ 18-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ส่วนอ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 ควรแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 6-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบการถดถอยเชิงเส้น คือ $YP_0 = 0.1466x + 20.18$ ($R^2 = 0.9448$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และไม่พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.82 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 25.8 เปอร์เซ็นต์ (12.58 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 14.90 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ แอลเค 92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 13.51 ตันต่อไร่ เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน

ควรแนะนำปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนการปรับปรุงดิน สามารถลดอัตราการใช้ปุ๋ย เป็น 12-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ กับทั้งสองพันธุ์ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบการถดถอยเชิงเส้น คือ YR_0 = 0.1476x + 11.25 (R^2 = 0.9336) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ YR_i = $-0.0133x^2$ + 0.2886x + 14.94 (R^2 = 0.7438)สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

1.3 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว: ชุดดินราชบุรี (Fine, mixed, active, nonacid, isohyperthermic *Vertic (Aeric) Endoaquepts* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 4) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.62 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 32 และ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.46 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลเจ็ดเสมียน อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พิกัด 47Q 588914^E 1508967^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ สุพรรณบุรี80 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 3 และ 12 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 14.64 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 5.0 เปอร์เซ็นต์ (13.93 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี80 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.69 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 12.98 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 20.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ มีค่า Nitrogen Use Efficiency (NUE) 426 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจน โดยประสิทธิภาพของไนโตรเจนลดลง เฉลี่ย 20.0 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ปรับปรุงดิน และพันธุ์สุพรรณบุรี80 มีค่า NUE เฉลี่ย 479 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ประมาณ 3.1 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้ค่า NUE เพิ่มขึ้น และให้ค่าสูงสุด เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 18 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี80 และ 18-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุ

อินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ย 6-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี80 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0101x^2 + 0.3228x + 14.07$ ($R^2 = 0.4811$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0243x^2 + 0.8304x + 7.63$ ($R^2 = 0.9989$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 12.85 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 18.3 เปอร์เซ็นต์ (10.88 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์สุพรรณบุรี80 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.59 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 11.13 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 13.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ มีค่า Nitrogen Use Efficiency (NUE) 837 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจน โดยมีประสิทธิภาพของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 26.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ปรับปรุงดิน และพันธุ์สุพรรณบุรี80 มีค่า NUE เฉลี่ย 755 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ประมาณ 2.6 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้ค่า NUE เพิ่มขึ้น และให้ค่าสูงสุด เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 18 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี80 และ 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ อ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YRt_0 = -0.0241x^2 + 0.5783x + 8.71$ ($R^2 = 0.9996$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบการถดถอยเชิงเส้น คือ $YRt_i = 0.1645x + 11.28$ ($R^2 = 0.9229$)สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ จากการประเมินสมดุลการใช้ธาตุอาหารทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ พบว่า การปรับปรุงดินโดยใช้มูลไก่แกลบทำให้ดินมีคุณภาพดีกว่าไม่ปรับปรุง ลดการสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตอ้อย และเป็นการเพิ่มต้นทุนการกักเก็บธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และไนโตรเจนไว้ในดินได้อีกด้วย

2) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 และสิ้นสุด 2558

2.1 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว: ชุดดินเพชรบุรี (Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic *Aquic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 21) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.7) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.97 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 24 และ 253 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พิกัด 47P 0604922^E 1546601^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์

แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก ประสบปัญหาอ้อยตายเนื่องจากความแห้งแล้ง ทำให้จำนวนประชากรและผลผลิตแปรปรวนมากเสียหาย และไม่สามารถไว้ตอได้ จำเป็นต้องปลูกอ้อยใหม่ในฤดูปลูกปี 2557 และเก็บเกี่ยวในปี 2558 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 13.7 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 9.6 เปอร์เซ็นต์ (12.5 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.9 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 (ให้ผลผลิต 12.3 ตันต่อไร่) เฉลี่ย 13.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ มีค่า Nitrogen Use Efficiency (NUE) 540 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจน โดยประสิทธิภาพของไนโตรเจนลดลงเล็กน้อย เฉลี่ย 6.5 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ปรับปรุงดิน และพันธุ์ขอนแก่น3 มีค่า NUE เฉลี่ย 560 กิโลกรัมผลผลิตอ้อยต่อกิโลกรัมไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ประมาณ 2.0 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้ค่า NUE ลดลง และให้ค่าสูงสุด เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดินและไม่ปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_o = -0.0276x^2 + 0.8209x + 8.63$ ($R^2 = 0.9994$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0049x^2 + 0.2505x + 9.82$ ($R^2 = 0.9653$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

2.2 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว: ชุดดินวังไฮ (Fine, mixed, active, isohyperthermic *Oxyaquic (Ultic) Paleustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 31) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 2.2 และ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6

กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 9 และ 18 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.4 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 19.4 เปอร์เซ็นต์ (12.9 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.3 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค 92-11 ที่ให้ผลผลิต 13.1 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 16.8 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 สอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ แต่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดลง คือ 3-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ย 3-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0814x^2 + 1.1627x + 10.25$ ($R^2 = 0.9875$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0618x^2 + 0.8259x + 13.55$ ($R^2 = 0.7913$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 20.17 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 37.7 เปอร์เซ็นต์ (14.66 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.70 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 17.15 ตันต่อไร่ เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และ 3-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนการปรับปรุงดิน สามารถลดอัตราการใช้ปุ๋ย เป็น 3-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ กับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ส่วนพันธุ์แอล92-11 แนะนำอัตราเดียวกันกับอ้อยปลูก ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = -0.0413x^2 + 0.6925x + 12.9$ ($R^2 = 0.9685$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_i = -0.0375x^2 + 0.5023x + 19.02$ ($R^2 = 0.2831$)สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

2.กลุ่มที่มีเนื้อดินร่วน ได้แก่

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 และสิ้นสุด 2556

1.4 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน: ชุดดินกำแพงแสน (Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic *Typic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 33) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.00

เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 122 1,107 และ 96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างปานกลาง (pH 8.2) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 84 672 และ 93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรองประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 3 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 18.12 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 6.0 เปอร์เซ็นต์ (17.10 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.03 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 16.19 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 17.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ซึ่งให้ผลผลิต 19.29 ตันต่อไร่ และ 0-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 17.45 ตันต่อไร่ หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ย 0-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 20.56 ตันต่อไร่ และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 16.69 ตันต่อไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ไม่พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน แต่มีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนเชิงผกผันแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_i = 0.0111x^2 - 0.2117x + 18.63$ ($R^2 = 0.9953$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.27 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 20.4 เปอร์เซ็นต์ (12.68 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.42 ตันต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 14.53 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 7.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทาง

เศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 13.35 และ 13.69 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ YR_0 = - - $0.0065x^2$ + 0.2628x + 11.03 (R^2 = 0.5066) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ YR_i = $-0.0046x^2$ + 0.0449x + 15.37 (R^2 = 0.2119) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

1.5 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน: ชุดดินชุมพวง (Coarse-loamy, siliceous, isohyperthermic *Typic Kandiustults* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 4.81) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.62 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 28.6 และ 41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 4.92) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 7.53 และ 44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์เค95-84 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 12 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 6.84 ตันต่อไร่ ต่ำกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 9.1 เปอร์เซ็นต์ (7.53 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์เค 95-84 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 7.64 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ให้ผลผลิต 6.73 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 11.8 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 9-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์เค95-84 สอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรแนะนำปุ๋ย 0-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เท่านั้นก็เพียงพอ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ YP_0 = $-0.0067x^2$ + 0.1996x + 6.69 (R^2 = 0.6572) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการ

ตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสองผกผัน คือ $YP_i = 0.0087x^2 - 0.2238x + 7.44$ ($R^2 = 0.7247$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 นั้นพบว่า ไม่สามารถไว้ตอได้ เนื่องจากมีใบขาวระบาดมาก และไว้ตอไม่ได้จากฝนแล้งและทิ้งช่วงนาน

2) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 และสิ้นสุด 2558

2.3 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน: ชุดดินสันป่าตอง (Coarse-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic *Typic (Kandic) Paleustults* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.3) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 11 และ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรบ้านชุมม่วง ตำบลไผ่เขียว อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 18 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 11.42 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 60.8 เปอร์เซ็นต์ (7.10 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 11.12 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 7.40 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 50.3 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรแนะนำปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 สอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0117x^2 + 0.4888x + 3.97$ ($R^2 = 0.751$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบถดถอยเชิงเส้น คือ $YP_i = 0.0654x + 3.8$ ($R^2 = 0.4937$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.71 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 39.5 เปอร์เซ็นต์ (4.54 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 7.52

ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ แอลเค 92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 7.73 ตันต่อไร่ เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดินควรแนะนำปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ 0-6-18 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 หากมีการปรับปรุงดินก็ให้ผลไปในทำนองเดียวกัน ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบถดถอยเชิงเส้น คือ $YR_0 = 0.0654x + 3.8$ ($R^2 = 0.4937$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_i = -0.0061x^2 + 0.1251x + 10.87$ ($R^2 = 0.278$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

2.4 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน: ชุดดินจัตุรัส (Fine, mixed, active isohyperthermic *Typic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 55) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.53) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.90 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 248 1,213 และ 139 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื้อดินร่วนปนเหนียวและมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.85 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 122 1,364 และ 156 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื้อดินร่วนปนเหนียวและมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรตำบลพลับพลาไชย อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรองประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 9 และ 6 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 14.7 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 14.0 เปอร์เซ็นต์ (12.9 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 16.0 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค 92-11 ที่ให้ผลผลิต 12.0 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 33.3 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 3-9-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 หรือเท่ากับ 0.5 เท่าของเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ แต่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดลง คือ 0-9-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค

92-11 หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรใส่ปุ๋ย 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ YP_0 = $-0.0276x^2$ + 0.8209x + 8.63 (R^2 = 0.9994) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ YP_i = $-0.0317x^2$ + 0.8793x + 9.78 (R^2 = 0.9793) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

สำหรับการศึกษาในอ้อยตอ1 นั้นไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เนื่องจากเกษตรกรได้เก็บเกี่ยวอ้อยไปก่อนกำหนด

2.5 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน: ชุดดินสีคิ้ว (Fine-loamy, mixed, isohyperthermic *Typic Rhodustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 36) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.64) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 7.76 และ 26.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.05) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.59 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 7.89 และ 27.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรตำบลเฉลียง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรองประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์เค95-84 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 12 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 8.94 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 7.8 เปอร์เซ็นต์ (8.29 ตันต่อไร่) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 9.88 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เค95-84 ที่ให้ผลผลิต 7.35 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 17.3 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ ควรแนะนำปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 13.8 ตันต่อไร่ ส่วนอ้อยพันธุ์เค95-84 นั้นแนะนำปุ๋ย 9-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 8.52 ตันต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ โดยให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ YP_0 = $-0.0117x^2$ + 0.4888x + 3.97 (R^2 = 0.751) สำหรับอ้อยปลูกใน

สภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YPl_i = 0.0008x^2 + 0.1258x + 6.59$ ($R^2 = 0.6218$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 7.89 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 2.90 เปอร์เซ็นต์ (7.67 ตันต่อไร่) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 7.62 ตันต่อไร่ ต่ำกว่า 4.0 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เค95-84 ที่ให้ผลผลิต 7.94 ตันต่อไร่ ไม่พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนกับอ้อยตอทั้งในสภาพพื้นที่ที่ไม่ปรับปรุงดินและปรับปรุงดิน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ทั้ง 2 สภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดินและปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 9-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ กับอ้อยพันธุ์ทั้งสองพันธุ์

2.6 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน: ชุดดินสตึก (Fine-loamy, siliceous, subactive,isohyperthermic *Typic Paleustults* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 35) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 4.81) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 32.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 52 201 และ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 4.84) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 29 126 และ 31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ได้ดำเนินการในไร่ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านมูลไก่แกลบอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านมูลไก่แกลบ ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 3 และ 12 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.35 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 1.9 เปอร์เซ็นต์ (16.04 ตันต่อไร่) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 16.56 ตันต่อไร่ สูงกว่า เฉลี่ย 4.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 15.83 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 0-3-12 กิโลกรัม

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตสูงสุด 17.80 ตันต่อไร่ และ 6-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 15.66 ตันต่อไร่ หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์มูลไก่แกลบ การใส่ปุ๋ย 0-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ก็ให้ผลผลิตสูงสุด 16.84 ตันต่อไร่ และ 12-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ อ้อยพันธุ์ แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 17.41 ตันต่อไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่ำมาก คือ $YP_0 = -0.0033x^2 + 0.0774x + 15.74$ ($R^2 = 0.5157$) ของอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0087x^2 + 0.1973x + 15.72$ ($R^2 = 0.5752$) ในสภาพที่มีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 ปี 2557/58 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 5.73 ตันต่อไร่ ต่ำกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 14.6 เปอร์เซ็นต์ (6.71 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.41 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 6.14 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 4.4 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ทั้งในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดินและมีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบนั้น การใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตสูงสุด 8.59 และ 6.56 ตันต่อไร่ และ 6-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ อ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 6.96 และ 6.04 ตันต่อไร่ ตามลำดับ พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ คือ $YR_0 = -0.0099x^2 + 0.2161x + 6.05$ ($R^2 = 0.5157$) ของอ้อยตอ1 ในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YR_i = -0.0059x^2 + 0.138x + 5.26$ ($R^2 = 0.7866$) ในสภาพที่มีการปรับปรุงดินด้วยมูลไก่แกลบ

3.กลุ่มที่มีเนื้อดินทราย ได้แก่

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 และสิ้นสุด 2556

1.7 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินบ้านไผ่ (loamy, siliceous, isohyperthermic *Arenic Paleustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 41) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 5.07) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 19 77 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และความหนาแน่นรวมของดิน 1.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 5.19) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 5 59 และ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และความหนาแน่นรวมของดิน 1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลดงเมืองแอม อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น พิกัด UTM 48Q 0263232^E 1866091^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ อัตรา 100

กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่โดยน้ำหนักแห้ง รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อยประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 18 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 15.35 และ 16.39 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าวิธีที่ไม่ปรับปรุงดินเฉลี่ย 34.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 36.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 14.20 และ 15.40 ตันต่อไร่ ตามลำดับมากกว่าพันธุ์แอลเค92-11 เฉลี่ย 12.8 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 18.4 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ นอกจากนี้พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค 92-11 ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการจัดการธาตุอาหารที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุนสำหรับอ้อยที่ปลูกในดินทรายชุดดินบ้านไผ่ พบว่า อ้อยปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน พันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ หากปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ส่วนพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยตอที่ปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน ทั้งพันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย อ้อยตอทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง (Quadratic polynomial) คือ $YP_0 = -0.0072x^2 + 0.3771x + 8.47$ ($R^2 = 0.9056$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0098x^2 + 0.4434x + 12.12$ ($R^2 = 0.9758$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบถดถอยเชิงเส้น คือ $YR_0 = 0.2064x + 9.25$ ($R^2 = 0.9475$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ

แบบพหุนามกำลังสอง $YR_i = -0.0121x^2 + 0.4533x + 13.97$ ($R^2 = 0.4061$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์

1.8 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินน้ำพอง (Loamy, siliceous, isohyperthermic *Grossarenic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 44) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.54) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 12 และ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.78) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 8 และ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรบ้านหนองพอก อำเภอดอนจาน จังหวัดกาฬสินธุ์ พิกัด 48Q 0366534^E 1820060^N ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 178 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2555/56 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 4.50 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 12.5 เปอร์เซ็นต์ (4.00 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูก พบว่า อ้อยพันธุ์แอลเค 92-11 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.40 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ให้ผลผลิต 3.70 ตันต่อไร่ ซึ่งผลผลิตที่ได้รับค่อนข้างต่ำมากเพราะมีจำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ต่ำมาก เฉลี่ย 2,595-4,975 และมีความสูงเฉลี่ยของลำอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยวเพียง 169-185 เซนติเมตรเท่านั้น อาจเนื่องมาจากกระทบแล้งนาน และมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ 1,100 มิลลิเมตร (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ อำเภอยางตลาด) 1,133 มิลลิเมตร (สถานีอุตุนิยมวิทยากาฬสินธุ์ อำเภอกมลาไสย) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 5.3 ตันต่อไร่ และ 0-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 4.9 ตันต่อไร่ หากมีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ควรใส่ปุ๋ย 9-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบ

ถดถอยเชิงเส้นผกผัน คือ YP_0 = -0.0619x + 4.85 (R^2 = 0.7617) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และแบบพหุนามกำลังสอง YP_i = -0.0058x^2 + 0.1624x + 4.0 (R^2 = 0.8858) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดิน

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 ไม่ได้ศึกษาเนื่องจากผลผลิตอ้อยปลูกค่อนข้างต่ำมาก และจำนวนตอที่งอกก็ต่ำมากเช่นเดียวกัน

1.9 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินสัตหีบ (Coated , isohyperthermic, *Typic Quartzipsamments* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 43) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.55 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นรวมของดิน 1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.53 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นรวมของดิน 1.81 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่โดยน้ำหนักแห้งรองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 18 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 13.97 และ 10.39 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าวิธีที่ไม่ปรับปรุงดินเฉลี่ย 13.9 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 27.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูก 14.11 ตันต่อไร่ มากกว่าพันธุ์แอลเค92-11 เฉลี่ย 16.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก แต่อ้อยตอกลับให้ผลผลิตต่ำกว่า พันธุ์แอลเค92-11 เฉลี่ย 19.4 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากพันธุ์ขอนแก่น3 มีความสามารถในการไว้ตอในดินนี้ ต่ำกว่าพันธุ์แอลเค92-11 นั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับ พันธุ์ขอนแก่น3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ในอ้อยปลูกแต่มีต่ำกว่าในอ้อยตอ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้นเฉพาะในอ้อยตอเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการจัดการธาตุอาหารที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุนสำหรับอ้อยที่ปลูกในดินทรายชุดดินสัตหีบ พบว่า อ้อยปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน พันธุ์ขอนแก่น3 ให้

ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ 9-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 หากปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อย พันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 9-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยตอที่ปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน ทั้งพันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค 92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดสอดคล้องกับในอ้อยปลูก คือ 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ 9-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 และเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อย อ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ แต่อ้อยตอพันธุ์แอลเค92-11 นั้นกลับต้องการปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็น 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0076x^2 + 0.3683x + 9.40$ ($R^2 = 0.9148$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0085x^2 + 0.2864x + 12.51$ ($R^2 = 0.9556$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = -0.0072x^2 + 0.4358x + 4.27$ ($R^2 = 0.9782$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YR_i = -0.0098x^2 + 0.4091x + 7.66$ ($R^2 = 0.9951$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์

2) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 และสิ้นสุด 2558

2.7 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินน้ำพอง (Loamy, siliceous, isohyperthermic *Grossarenic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 44) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 4.95) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.53 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นรวมของดิน 1.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 5.16) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.34 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นรวมของดิน 1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ ตำบลโคกขาม อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่โดยน้ำหนักแห้งรองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อยประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5

เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 9 และ 12 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลอง พบว่า การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 13,055 และ 6,195 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าวิธีที่ไม่ปรับปรุงดินเฉลี่ย 20.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 52.5 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 13,658 และ 5,487 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์แอลเค92-11 เฉลี่ย 33.2 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 14.6 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าพันธุ์ขอนแก่น3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ โดยประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า อ้อยปลูกในสภาพไม่ปรับปรุงดิน พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นไม่ทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เพิ่มขึ้นแต่ประการใด เมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย พบว่า พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ส่วนพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยตอที่ปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นไม่ทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เพิ่มขึ้นแต่ประการใด และเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-9-12 และ 9-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ พบว่า อ้อยปลูกและอ้อยตอในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน มีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีน้อยมากแม้กระทั่งใส่อัตราปุ๋ยระดับสูงถึง 27 กิโลกรัมN ต่อไร่ก็ตาม อาจเป็นเพราะปุ๋ยไนโตรเจนไม่ใช่ข้อจำกัดหลักในดินชนิดนี้ และหากมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์ กลับมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_i = -0.0056x^2 + 0.2246x + 11.62$ ($R^2 = 0.9834$) สำหรับอ้อยปลูก และ $YR_i = -0.0115x^2 + 0.3595x + 4.63$ ($R^2 = 0.9223$) สำหรับอ้อยตอ1

2.8 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินกำบง (Sandy, siliceous, isohyperthermic *Typic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 41) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 4.86) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 76 67

และ 13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 5.20) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 139 84 และ 17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรบ้านโนนศิลา อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ พิกัด 48Q 0315816^{E} 1841931^{N} ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 185 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูกและโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์เค88-92 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 9 และ 18 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.7 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 23.0 เปอร์เซ็นต์ (8.70 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูก พบว่า อ้อยพันธุ์เค88-92 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.0 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ให้ผลผลิต 9.40 ตันต่อไร่ ซึ่งผลผลิตที่ได้รับค่อนข้างต่ำเพราะมีจำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ปานกลาง เฉลี่ย 7,084-9,219 และมีความสูงเฉลี่ยของลำอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยวเพียง 185-226 เซนติเมตรเท่านั้น อาจเนื่องมาจากกระทบแล้งนาน และมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ 990 มิลลิเมตร (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ อำเภอยางตลาด) 1,020 มิลลิเมตร (สถานีอุตุนิยมวิทยากาฬสินธุ์ อำเภอกมลาไสย) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์เค88-92 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 10.6 ตันต่อไร่ และ 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 9.8 ตันต่อไร่ หากมีการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์เค88-92 ส่วนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ควรใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0052x^2 + 0.2687x + 6.55$ ($R^2 = 0.9394$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0029x^2 + 0.1971x + 8.85$ ($R^2 = 0.9956$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดิน

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 ไม่ได้ศึกษา เนื่องจากอ้อยตอประสบภาวะแล้งนาน ทำให้อ้อยตอแสดงอาการโรคใบขาวจำนวนมาก จนไม่สามารถประเมินผลผลิตอ้อยตอได้

2.9 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินบ้านบึง (Coated, isohyperthermic, *Oxyaquic Quartzipsamments* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 24) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.72 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 320 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นรวมของดิน 1.79 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 310 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นรวมของดิน 1.88 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่โดยน้ำหนักแห้งรองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 3 และ 18 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า การปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 15.23 และ 13.38 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าวิธีที่ไม่ปรับปรุงดินเฉลี่ย 10.7 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 4.1 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 15.71 และ 13.42 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ แอลเค92-11 เฉลี่ย 18.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยปลูก และ 4.4 เปอร์เซ็นต์สำหรับอ้อยตอ นอกจากนี้พบว่า พันธุ์ขอนแก่น3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ในอ้อยปลูกแต่มีต่ำกว่าในอ้อยตอสอดคล้องกับการทดลองในชุดดินสัตหีบ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการจัดการธาตุอาหารที่มีความคุ้มค่าแก่การลงทุนสำหรับอ้อยที่ปลูกในดินทรายชุดดินบ้านบึง พบว่า อ้อยปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน พันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 27-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ หากปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ทั้งพันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยตอที่ปลูกในสภาพที่ไม่ปรับปรุงดิน ทั้งพันธุ์ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 18-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และเมื่อ

ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมท์ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองอ้อย อ้อยตอทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร 9-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.004x^2 + 0.341x + 10.28$ ($R^2 = 1.00$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0057x^2 + 0.3337x + 12.42$ ($R^2 = 0.9758$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = -0.008x^2 + 0.4507x + 9.07$ ($R^2 = 0.9712$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YR_i = -0.0166x^2 + 0.4885x + 11.53$ ($R^2 = 0.9634$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและโดโลไมท์

4.กลุ่มที่มีเนื้อดินตื้น ได้แก่

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 และสิ้นสุด 2556

1.10 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น: ชุดดินกบินทร์บุรี (Clayey-skeletal kaolinitic, isohyperthermic *Typic Kandiustults* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 46) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.6) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 5.0 และ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.6) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 5.0 และ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ตำบลวังตะเคียน อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี พิกัด 47P 0812336^E 1528416^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) การปรับปรุงดินด้วยหว่านกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 9 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.61 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 4.0 เปอร์เซ็นต์ (10.20 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 11.81 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 9.01 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 31.1 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่

แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 9-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 สอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 27-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูกพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ใส่ปุ๋ย 9-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เท่านั้นก็เพียงพอ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0027x^2 + 0.1251x + 14.25$ ($R^2 = 0.7162$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสองผกผัน คือ $YP_i = 0.0019x^2 - 0.0912x + 16.65$ ($R^2 = 0.5161$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 นั้นพบว่า การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.88 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ (10.77 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.18 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 9.46 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 28.8 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ทั้งในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดินและที่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 9-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค 92-11 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด

1.11 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว: คล้ายชุดดินลพบุรี (เดิมคือ แปลงทดลองการตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น: ชุดดินวังสะพุง ที่คัดเลือกจากแผนที่ชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน แต่เมื่อได้ขุดดินเพื่อศึกษารายละเอียดชั้นดินแล้วพบว่าเป็นดินลึก เนื้อดินร่วนเหนียวปนทรายตลอดโปรไฟล์ และมีสีดำคล้ายคลึงกับชุดดินลพบุรี) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างอ่อน (pH 7.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 3.16 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 16 และ 110 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างอ่อน (pH 7.3) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.56 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 10 และ 114 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลศรีสงคราม อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย พิกัด 47Q 0797357^E 1907882^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) การปรับปรุงดินด้วยหว่านกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 4)

ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.86 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน (13.78 ตันต่อไร่) เฉลี่ย 15.1 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.65 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 13.98 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 11.9 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 9-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น3 ส่วนอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ใส่ปุ๋ย 9-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เท่านั้นก็เพียงพอ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบถดถอยเชิงเส้น คือ $YP_0 = 0.0826X + 12.6$ ($R^2 = 0.4444$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบถดถอยเชิงเส้น คือ $YP_i = 0.1437x + 14.04$ ($R^2 = 0.9344$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

ไม่ได้มีการศึกษาในอ้อยตอ1 นั้น เพราะพบว่า แปลงที่ทดลองเป็นชุดดินลพบุรีซึ่งไม่ใช่ชุดดินหลักในพื้นที่ และไม่ตรงกับเป้าที่ตั้งไว้เพื่อการศึกษา เลยขอเปลี่ยนพื้นที่ศึกษาใหม่เพื่อให้ตรงกับชุดดินวังสะพุงที่ต้องการ

1.11 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น: ชุดดินวังสะพุง (Fine, mixed, active, isohyperthermic *Typic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 55) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกลาง (pH 7.3) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.10 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 123 2,705 และ 156 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.07 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 103 1,665 และ 148 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลศรีสงคราม อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย พิกัด 47Q 0797357^{E} 1907882^{N} วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) การปรับปรุงดินด้วยหว่านกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6

กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2555/56 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 6.86 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 6.9 เปอร์เซ็นต์ (6.42 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.99 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 6.29 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 11.1 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 0-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 0-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูกพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ควรใส่ปุ๋ย 9-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง ผกผัน คือ $YP_0 = 0.0034x^2 - 0.0968x + 6.77$ ($R^2 = 0.710$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบถดถอยเชิงเส้น คือ $YP_i = 0.0302x + 6.47$ ($R^2 = 0.901$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 และสิ้นสุด 2558

2.10 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น: ชุดดินโพนพิสัย (Loamy-skeletal over clayey, kaolinitic, isohyperthermic *Typic (Oxyaquic Plinthic) Paleustults* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 49) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.3) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 20 และ 44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.90 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 18 และ 49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร ตำบลวังตะเคียน อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี พิกัด 47Q 0816201^E 1526036^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) การปรับปรุงดินด้วยหว่านกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น 3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (27 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 12 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยหว่านกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 15.91 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน (15.13 ตันต่อไร่) เฉลี่ย 5.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.55 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ให้ผลผลิต 15.49 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรใส่ปุ๋ย 6-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 สอดคล้องกับเกณฑ์คำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ตั้งไว้ ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรแนะนำปุ๋ย 0-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เท่านั้นก็เพียงพอ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0027x^2 + 0.1251x + 14.25$ ($R^2 = 0.7162$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสองผกผัน คือ $YP_i = 0.0019x^2 - 0.0912x + 16.65$ ($R^2 = 0.5161$) สำหรับอ้อยตอ1 ในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 นั้น ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ เนื่องจากเกษตรต้องการใช้พื้นที่ทำประโยชน์อย่างอื่น

2.11 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น: ชุดดินมวกเหล็ก (Clayey-skeletal, mixed, semiactive, shallow, isohyperthermic, *Ultic Haplustalfs* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 47) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดจัด (pH 5.5) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.77 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 250 1,101 และ 298 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.6) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.41 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 210 908 และ 317 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร อำเภอผาขาว จังหวัดเลย พิกัด 47Q 0817223^E 1880486^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) การปรับปรุงดินด้วยหว่านกากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่ปรับปรุงดิน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ ขอนแก่น3 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.66 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 14.2 เปอร์เซ็นต์ (14.58 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.85 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 15.39 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 3.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และ 6-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูกพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 นั้น ควรใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0028x^2 + 0.2187x + 12.91$ ($R^2 = 0.8155$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0114x^2 + 0.3304x + 15.15$ ($R^2 = 0.969$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

ส่วนการศึกษาในอ้อยตอ1 นั้นพบว่า การปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 12.05 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 6.7 เปอร์เซ็นต์ (11.29 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 11.96 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 11.38 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 5.1 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 และ 6-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด และหากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ควรใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูกพันธุ์แอลเค92-11 ส่วนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 นั้น ควรใส่ปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ก็เพียงพอ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = -0.0128x^2 + 0.4569x + 8.75$ ($R^2 = 0.9499$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YR_i = -0.0091x^2 + 0.3735x + 9.86$ ($R^2 = 0.9793$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

5. กลุ่มที่มีเนื้อดินด่าง ได้แก่

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 และสิ้นสุด 2556

1.12 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง: ชุดดินตาคลี (Loamy-skeletal, carbonatic, isohyperthermic *Entic Haplustolls* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 52) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างปานกลาง (pH 8.1) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.07 เปอร์เซ็นต์

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 130 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื้อดินร่วนปนเหนียวและมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.40 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างปานกลาง (pH 8.1) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื้อดินร่วนปนเหนียว และมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน 1.18 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรบ้านเขาน้อย ตำบลเขาชายธง อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พิกัด 47P 653207^{E} 1686978^{N} วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านกำมะถันอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านกำมะถัน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ คือ อู่ทอง14 (โคลน 94-2-106) และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อยประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.3 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 10.1 เปอร์เซ็นต์ (14.8 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.1 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 14.0 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 22.1 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 9-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 18.9 ตันต่อไร่ และ 14.6 ตันต่อไร่ ตามลำดับ หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กำมะถันผง ควรใส่ปุ๋ย 9-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิต 19.3 ตันต่อไร่ และ 0-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 16.9 ตันต่อไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน มีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนเชิงผกผันแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = 0.0751x^2 - 0.3868x + 14.1$ ($R^2 = 0.9932$) และ $YP_i = 0.0683x^2 - 0.5303x + 16.5$ ($R^2 = 0.9207$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.5 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 8.2 เปอร์เซ็นต์ (9.7 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 11.0 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 9.3 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 18.3 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทาง

เศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 3-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิต 10.9 ตันต่อไร่และ 9-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 9.9 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนเชิงผกผันแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = 0.0196x^2 - 0.0702x + 9.45$ ($R^2 = 0.7703$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YR_i = 0.0202x^2 - 0.0509x + 10.15$ ($R^2 = 0.7672$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

1.13 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง: ชุดดินลำนารายณ์ (Fine, smectitic, isohyperthermic *Vertic Haplustolls* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 54) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นกลาง (pH 7.3) ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.71 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 227 9,584 และ 335 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีเนื้อดินร่วนปนเหนียวดินเหนียวสีน้ำตาล หน้าดินลึกปานกลาง พบชั้นปูนที่ระดับความลึก 50-80 เซนติเมตร ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.8) ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.87 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 63 8,222 และ 253 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มีเนื้อดินร่วนปนเหนียวดินเหนียวสีน้ำตาล หน้าดินลึกปานกลาง และพบชั้นปูนที่ระดับความลึก 50-80 เซนติเมตร ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรบ้านหนองสระแก อำเภอไพศาลี วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านกำมะถันอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านกำมะถัน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ อู่ทอง14 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2554/55 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 26.80 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 5.0 เปอร์เซ็นต์ (25.49 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 27.96 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 24.31 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 15.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิต 28.13 ตันต่อไร่ และ 0-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 25.83 ตันต่อไร่ หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กำมะถันผง ควรใส่ปุ๋ย 6-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับ

อ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 30.55 ตันต่อไร่ และ 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 26.76 ตันต่อไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ไม่พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน แต่มีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_i = -0.025x^2 + 0.438x + 26.05$ ($R^2 = 0.8557$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 11.27 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 13.0 เปอร์เซ็นต์ (9.97 ตันต่อไร่) แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 11.05 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 10.19 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 8.4 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 และ 6-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 11.06 และ 10.12 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = -0.0137x^2 + 0.3168x + 8.83$ ($R^2 = 0.9827$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง เช่นกัน คือ $YR_i = -0.0208x^2 + 0.3879x + 10.39$ ($R^2 = 0.9981$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

2) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 และสิ้นสุด 2558

2.12 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง: ชุดดินสมอทอด (Very-fine, smectitic, isohyperthermic *Chromic Haplusterts* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 28) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.8) ปริมาณอินทรียวัตถุ 3.07 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 210 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื้อดินร่วนปนเหนียว ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรตำบลโพธิ์ประสาท อำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ พิกัด 47P 670405^E 1704801^N วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านกำมะถันอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก และโรยข้างแถวสำหรับอ้อยตอ 2) ไม่หว่านกำมะถัน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ คือ อู่ทอง14 (โคลน 94-2-106) และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อยประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 3 และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 20.0 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 4.7 เปอร์เซ็นต์ (19.1 ตันต่อไร่) แต่ไม่

แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 21.0 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 18.1 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 16.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 6-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 และ 3-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 21.0 ตันต่อไร่ และ 19.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กำมะถันผง ควรใส่ปุ๋ย 3-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิต 22.7 ตันต่อไร่ และ 3-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 18.6 ตันต่อไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0278x^2 + 0.3833x + 18.25$ ($R^2 = 0.6487$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ $YP_i = -0.0602x^2 + 0.4789x + 19.7$ ($R^2 = 0.9952$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.7 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับการไม่ปรับปรุงดิน (16.5 ตันต่อไร่) เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 16.2 ตันต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์แอลเค 92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 16.9 ตันต่อไร่ เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรใส่ปุ๋ย 9-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 และอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 16.8 ตันต่อไร่และ 18.0 ตันต่อไร่ ตามลำดับ หากมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง ควรใส่ปุ๋ย 3-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 17.5 ตันต่อไร่ และ 6-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 17.8 ตันต่อไร่ ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนเชิงผกผันแบบพหุนามกำลังสอง คือ $YR_0 = 0.0268x^2 - 0.1004x + 16.1$ ($R^2 = 0.9769$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และแบบพหุนามกำลังสอง $YR_i = -0.0322x^2 + 0.3886x + 15.95$ ($R^2 = 0.9614$) สำหรับอ้อยตอ1 ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

2.13 การตอบสนองของอ้อยต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง: คล้ายชุดดินสมอทอด (Very-fine, smectitic, isohyperthermic *Chromic Haplusterts* อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 28) ซึ่งชั้นดินบน (0-20 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างปานกลาง (pH 8.2) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.61 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 203 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื้อดินร่วนปนเหนียว ส่วนชั้นดินล่าง (20-50 เซนติเมตร) มีความเป็นด่างปานกลาง (pH 7.4) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 105 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื้อดินร่วนปนเหนียว ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกรตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ

Split-split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) หว่านกำมะถันอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่รองก้นร่องปลูก 2) ไม่หว่านกำมะถัน ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อย 2 พันธุ์คือ อู่ทอง14 และพันธุ์แอลเค92-11 ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ปัจจัยย่อย ประกอบด้วยอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับคือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0 กก./ไร่) 2) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 กก./ไร่) 3) ปุ๋ยไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6 กก./ไร่) 4) ปุ๋ย 1.5 เท่าไนโตรเจนของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (9 กก./ไร่) โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 6 และ 6 กิโลกรัมP_2O_5 และ K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองในฤดูปลูกปี 2556/57 ซึ่งเป็นอ้อยปลูก การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 8.60 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับการไม่ปรับปรุงดิน (8.40 ตันต่อไร่) เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์อ้อยที่ปลูกพบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.15 ตันต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอลเค92-11 ที่ให้ผลผลิต 6.85 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 48.2 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 3-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับทั้งอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิต 10.50 ตันต่อไร่ และ อ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 6.80 ตันต่อไร่ หากมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์กำมะถันผง ควรใส่ปุ๋ย 0-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 6.28 ตันต่อไร่ และ 3-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 7.25 ตันต่อไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด ซึ่งผลผลิตค่อนข้างต่ำมากเนื่องจากประสบภาวะแล้งนาน ได้การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนแบบพนุนามกำลังสอง คือ $YP_0 = -0.0158x^2 + 0.2123x + 7.95$ ($R^2 = 0.7284$) สำหรับอ้อยปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน แต่ไม่พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับอ้อยปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

ผลการศึกษาในอ้อยตอ1 พบว่า การปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผงให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 6.53 ตันต่อไร่ สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน 3.5 เปอร์เซ็นต์ (6.31 ตันต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการไว้ตอของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยตอ1 พันธุ์อู่ทอง14 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.05 ตันต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์แอลเค 92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 6.55 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 7.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แนะนำควบคู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุงดิน ควรแนะนำปุ๋ย 3-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง14 และ 0-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สำหรับอ้อยพันธุ์แอลเค92-11 ซึ่งให้ผลผลิต 7.25 และ 6.28 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตค่อนข้างต่ำมากเนื่องจากประสบภาวะแล้งนาน ไม่พบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับอ้อยตอ1 ทั้งที่ปลูกในสภาพไม่มีการปรับปรุงดิน และ ที่ปลูกในสภาพมีการปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง

กิจกรรมย่อย 1.2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานต่อผลผลิตของอ้อย

Integrated Agricultural Production Sciences Research on Sugarcane

ผู้วิจัย

ศรีสุดา ทิพยรักษ์[2/] สุปรานี มั่นหมาย[5/] ภัสชภณ หมื่นแจ้ง[5/] ภาวนา ลิกขนานนท์[5/] อรรถสิทธิ์ บุญธรรม[13/] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[3/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] นิลุบล ทวีกุล[13/] กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[1/]

คำสำคัญ (Key words)

อ้อย การผสมผสาน การปรับปรุงดิน ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ กากตะกอนหม้อกรองน้ำกากส่า สารเร่งการเจริญเติบโต การเตรียมดิน

Sugarcane, Integration, Soil improvement, Organic fertilizer, Compost, Green manure, Bio-fertilizer, Filter cake, Vinasse, Growth Regulators, Land preparation

บทคัดย่อ

ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานในระบบการผลิตของอ้อยตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2558 ได้ดำเนินการวิจัยถึงชนิด การผลิตและศักยภาพของของปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมสำหรับระบบการปลูกอ้อย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ น้ำกากส่า และน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพดินในดินร่วนทราย จังหวัดขอนแก่น การศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรียละลายฟอสเฟตจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนจากอากาศกลุ่มเอ็นโดไฟท์และจุลินทรีย์สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโต การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อย ในดินร่วนปนทรายและดินเหนียว จังหวัดขอนแก่นและนครสวรรค์ การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพอ้อย จังหวัดขอนแก่นและจังหวัดระยอง และการเปรียบเทียบวิธีการจัดการดินและปุ๋ยในอ้อยตอที่เหมาะสม จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการทดลอง พบว่า ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยชีวภาพสามารถใช้ผสมผสานร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตอ้อยได้

พืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดกับอ้อย ในดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ กลุ่มอายุสั้น คือ ถั่วพุ่ม ถั่วลิสง อายุปานกลาง ได้แก่ ถั่วมะแฮะ ถั่วนิ้วนางแดง และอายุยาว ได้แก่ ถั่วพร้า และการไถกลบปุ๋ยพืชสดในช่วงเดือนสิงหาคม ดีกว่าในช่วงเดือนกันยายน มีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น3 เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3 การปลูกและไถกลบถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ร้อยละ 25 แต่ไม่มีผลถึงอ้อยตอ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้อ้อย ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ ได้แก่ น้ำกากส่า อัตรา 50 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ น้ำจากโรงแป้ง อัตรา 50 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และมูลไก่อัตรา 1 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ อัตราการใช้น้ำกากส่าที่เหมาะสมกับดินร่วนปนทรายชุดดินยโสธร คือ 20 ลูกบาศก์

เมตรต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ2 พันธุ์ขอนแก่น3 เพิ่มขึ้นร้อยละ 54 114 และ 26 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (ให้น้ำ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)

คัดเลือกได้ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจำนวน 44 ไอโซเลท จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเอ็นโดไฟท์ จำนวน 38 ไอโซเลท และจุลินทรีย์สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืชจำนวน 291 ไอโซเลท จากจุลินทรีย์ที่รวบรวมได้จากแหล่งเชื้อทั้งหมด 1,300 ไอโซเลท การใส่จุลินทรีย์ไอโซเลท F128 ให้แก่ดินชุดดินสตึกโดยไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ให้น้ำหนักอ้อยต่อกอสุดแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราร่วมกับการเพาะแบคทีเรียไอโซเลท 73I2 และ S10 ใช้ทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนเต็มอัตราได้ (ให้ผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกัน)

การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในการปลูกอ้อยช่วยลดต้นทุน เพิ่มปริมาณ และ คุณภาพผลผลิตอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจากอัตราคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินได้ร้อยละ 50 ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมร้อยละ 25

อ้อยตอที่การคลุมใบอ้อยทุกร่อง (กรรมวิธีที่ 4) ให้น้ำตาลสูงสุด คือ 1.96 ตันซีซีเอสต่อไร่ อ้อยที่เผาใบอ้อยและใช้ริปเปอร์ไถฝังปุ๋ย (วิธีเกษตรกร) ให้น้ำตาลต่ำสุดคือ 1.09 ตันซีซีเอสต่อไร่ การปลูกถั่วแซมอ้อยในแถวอ้อยที่ไม่มีใบคลุมดินไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธี ไม่ทำการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยแตกต่างกันกับวิธีควบคุม

หลักการดำเนินการทดลอง

1.2.1 ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตอ้อยและความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีการทดลอง 12 กรรมวิธี คือ พืชปุ๋ยสด 4 ชนิด ถั่วมะแฮะ ถั่วพร้า ปอเทือง และถั่วขอ มูลสัตว์ 3 ชนิด คือ มูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ อัตราอย่างละ 1 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ น้ำเสียจากโรงแป้งมันสำปะหลังและน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล อัตรา 50 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และวิธีตรวจสอบ 3 วิธี ได้แก่ วิธีตรวจสอบ 1 ปลูกอ้อยโดยมีการให้น้ำ 50 ลูกบาศก์เมตร (W) ไม่ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกและใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 สูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่(F) วิธีตรวจสอบ 2 ปลูกอ้อยโดยมีการให้น้ำ 50 ลูกบาศก์เมตร (W) ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกและครั้งที่ 2 สูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่(F) และวิธีการตรวจสอบ 3 ปลูกอ้อยโดยไม่มีการให้น้ำ ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกและครั้งที่ 2 โดยใช้สูตร 15-7-18 อัตราครั้งละ 50 กิโลกรัมต่อไร่(F)

ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้อ้อย ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ คือ น้ำจากโรงแป้ง อัตรา 50 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ น้ำกากส่า อัตรา 50 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และมูลไก่ อัตรา 1 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่

1.2.2 ผลของอัตราน้ำกากส่าต่อผลผลิตอ้อยและผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การวางแผนการทดลอง Split plot 3 ซ้ำ กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 4 กรรมวิธี คือ ใส่น้ำกากส่าอัตรา 0, 10, 20 และ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และปัจจัยรอง 3 กรรมวิธี คือ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 0, 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่

ผลผลิตอ้อยปลูกต่ำมาก ประมาณ 6.3-10.4 ตันต่อไร่ การใส่น้ำกากส่าเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใส่น้ำกากส่า 20 และ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คือ 9.9 และ 10.4 ตันต่อไร่ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีถึงแม้ว่าทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ของอ้อยปลูกมีปริมาณแปรปรวนและค่อนข้างต่ำ การใส่น้ำกากส่า เฉลี่ย 6,291-7,363 ลำ และการใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 6,607-7,463 ลำต่อไร่ ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีหนอนกอในทุกอายุ ตั้งแต่เริ่มงอก-เก็บเกี่ยว น้ำหนักเศษซากอ้อยเหลือจากการเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกเพิ่มขึ้นคืออย่างมีนัยสำคัญจากการใส่น้ำกากส่า คือ การไม่ใส่น้ำกากส่าให้น้ำหนักเศษซากแห้ง 1,077 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่น้ำกากส่าในอ้อยปลูกในอัตรา 20 และ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เพิ่มเศษซากแห้งเป็น 1,422 และ 1,482 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้น้ำหนักเศษซากอ้อยแตกต่างกัน คือ 1,222-1,386 กิโลกรัมต่อไร่

ผลผลิตอ้อยตอ 1 สูงกว่าอ้อยปลูก และการใส่น้ำกากส่าเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เพิ่มจาก 7.3 ตันต่อไร่ เป็น 12.9-16.2 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกันระหว่างอัตราน้ำกากส่าที่ให้ ถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราน้ำกากส่าที่เพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตอ้อยตอ 1 เป็น 15.6 และ 16.2 ตันต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 8-2-8 และ 16-4-16 กิโลกรัมของ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (12.4 ตันต่อไร่)

อ้อยตอ 2 ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งจากการใส่น้ำกากส่า 9.2-12.1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมี 9.5-10.4 ตันต่อไร่ และผลผลิตลดลงอย่างเด่นชัดจากอ้อยตอ 1 จำนวนลำทั้งการใส่น้ำกากส่าและปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ลำเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน จำนวนกอเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกันในอ้อยปลูกและอ้อยตอ1 แต่ลดลงอย่างเด่นชัดในอ้อยตอ2

1.2.3 การคัด เลือกและการจัดการปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการผลิตอ้อยปลูกปลายฝน

ได้สำรวจ รวบรวมตระกูลถั่ว ตามแหล่งปลูกอ้อยที่ต่างๆ ปลูกขยายพันธุ์ และศึกษาการเจริญเติบโตและการสร้างปม วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ มีพืชตะกูลถั่วจำนวน 16 ชนิด ดำเนินการในไร่เกษตรกร และศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ผลการทดลองพบว่า 1) กลุ่มพืชปุ๋ยสดอายุสั้น (เก็บเกี่ยวเมล็ด 80 วัน) ที่เหมาะสมมาก คือ ถั่วพุ่มดำไอที (IT) ให้มวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง 431 กิโลกรัมต่อไร่ (น้ำหนักซากสด 2,629 กิโลกรัมต่อไร่) และสามารถคลุมวัชพืชได้ดี 2) กลุ่มพืชปุ๋ยสดอายุค่อนข้างสั้น (เก็บเกี่ยวเมล็ด 81-120 วัน) คือ ถั่วลิสง (ไทนาน 9) ให้มวลชีวภาพ 517 กิโลกรัมต่อไร่ (น้ำหนักซากสด 1,596 กิโลกรัมต่อไร่) และสามารถคลุมวัชพืชได้ปานกลาง 3) กลุ่มพืชปุ๋ยสดอายุปานกลาง (เก็บเกี่ยว 121-160 วัน) คือ ถั่วนิ้วนางแดง ให้มวลชีวภาพ 1,056 กิโลกรัมต่อไร่ (น้ำหนักซากสด 3,367 กิโลกรัมต่อไร่) และสามารถคลุมวัชพืชได้ดีมาก 4) กลุ่มพืชปุ๋ยสดอายุค่อนข้างยาว (เก็บเกี่ยวเมล็ด 161-200 วัน) คือ ถั่วมะแฮะ ให้มวลชีวภาพ

1,123-1,262 กิโลกรัมต่อไร่ (น้ำหนักซากสด 3,707-3,767 กิโลกรัมต่อไร่) และสามารถคลุมวัชพืชได้ดี และ 5) กลุ่มพืชปุ๋ยสดอายุยาว (เก็บเกี่ยวเมล็ด มากกว่า 200 วัน) คือ ถั่วพร้า ให้มวลชีวภาพ 1,181 กิโลกรัมต่อไร่ (น้ำหนักซากสด 4,633 กิโลกรัมต่อไร่) และสามารถคลุมวัชพืชได้ดี

การประเมินศักยภาพของพืชปุ๋ยสดในแต่ละพื้นที่ปลูกอ้อย โดยการนำถั่วที่รวบรวมมาประเมินในสภาพดินทรายความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และปริมาณน้ำฝนน้อย พบว่า ถั่วพุ่มดำ ถั่วพุ่มปี ถั่วนิ้วนางแดง ถั่วมะแฮะทุกชนิด ถั่วพร้า และถั่วขอ ให้น้ำหนักสดซากสูงมากกว่า 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนถั่วมะแฮะทุกชนิด ถั่วพร้า และถั่วนิ้วนางแดง เป็นกลุ่มพืชให้น้ำหนักแห้งสูง ความสามารถในการคุมวัชพืชในแปลง พบว่าถั่วพุ่ม ถั่วปี ถั่วมะแฮะ และถั่วขอ ควบคุมวัชพืชได้ดี ทำให้มีน้ำหนักวัชพืชในแปลงน้อย แต่หิ่งเม่น คราม ขน เซอราโตร หิ่งเหย ควบคุมวัชพืชได้ไม่ดีเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น สำหรับถั่วลิสงและถั่วเขียวสามารถลดวัชพืชได้ประมาณ 50% พืชที่ออกดอกได้ตามอายุ ได้แก่ ถั่วพุ่มดำIT ถั่วเขียว ที่มีอายุเก็บเกี่ยว 81 วัน และถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 106 วัน นอกจากนั้นเก็บผลผลิตได้เมื่อมีอายุ 155-213 วัน หลังจากปลูก ดังนั้นพืชพวกนี้ถ้าใช้ในระบบอ้อยข้ามแล้งต้องมีแปลงขยายพันธุ์เมล็ดโดยเฉพาะ การผลิตเมล็ดถั่วมะแฮะสูงมาก คือ 2-4 ตัน/ไร่ รองลงมาได้แก่ ถั่วพร้า ถั่วขอ คาโลโป และหิ่งเหย การไถกลบก่อนการปลูกอ้อย เมื่อปลูกในเดือนมิถุนายน ควรไถกลบอายุประมาณ 80-100 วัน คือในเดือนกันยายน-ตุลาคม

ชนิดและเวลาไถกลบพืชปุ๋ยสดเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีใส่พร้อมการปลูกอ้อย ได้ดำเนินการทดลองในไร่เกษตรกรบ้านศรีสมบูรณ์ ต.หนองโก อ.กระนวน จ.ขอนแก่น ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การปลูกที่มีการปรับปรุงดินทั้งการใส่เศษซากพืชตระกูลถั่วและการใส่ปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้เพิ่มผลผลิตอ้อยได้ และมีความสามารถในการไว้ตอต่ำมาก

การไถกลบพืชสดในช่วงเดือนสิงหาคม ดีกว่าในช่วงเดือนกันยายน อ้อยปลูกมีแนวโน้วให้ผลผลิตสูงกว่า ร้อยละ 2.9

การปลูกและไถกลบถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น ทำให้ผลผลิตอ้อยปลูกเพิ่มขึ้น ร้อยละ 24.6 แตกต่างกับปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกัน (15-15-15 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่) เพียงอย่างเดียว แต่ไม่แตกต่างกับปุ๋ยอัตราแนะนำ (15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตาม การปลูกที่มีการปรับปรุงดินทั้งการใส่เศษซากพืชตระกูลถั่วและการใส่ปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้เพิ่มผลผลิตอ้อยตอได้ (ผลผลิตอ้อยตอ1 ต่ำกว่า 5 ตันต่อไร่) และไม่สามารถไว้ตอต่อไปได้

1.2.4 การจัดการธาตุอาหารพืชโดยใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อการผลิตอ้อย

การศึกษาเพื่อใช้จุลินทรีย์ดินในการผลิตอ้อย โดยแยกคัดเลือกจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนจากอากาศกลุ่มเอ็นโดไฟท์และจุลินทรีย์สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืชจากตัวอย่างแหล่งของเชื้อต่างๆภายในห้องปฏิบัติการ ในปี 2554-2555 จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพในสภาพ micro-plot ในปี 2555-2556 และสภาพแปลงในปี 2556-2558

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ สามารถแยกคัดเลือกจุลินทรีย์ได้ดังนี้ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจำนวน 44 ไอโซเลทจากจุลินทรีย์ที่รวบรวมได้จากแหล่งเชื้อทั้งหมด 1,300 ไอโซเลท คัดเลือกไปใช้ในการทดลองต่อไป 10 ไอโซเลท จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเอ็นโดไฟท์จำนวน 38 ไอโซเลท คัดเลือกไว้ 10 ไอโซเลท และจุลินทรีย์สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืชจำนวน 291 ไอโซเลท คัดไว้ 3 ไอโซเลทซึ่งทั้ง 3 ไอโซเลทนี้แสดงประสิทธิภาพละลายฟอสเฟต (ตะกอน $CaHPO_4$) ด้วยการทดลองในสภาพ micro-plot เพื่อทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ในปี 2554 พบว่า กรรมวิธีที่เพาะจุลินทรีย์ไอโซเลท F128 ให้แก่ดินชุดดินสตึกโดยไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ให้น้ำหนักอ้อยต่อกอสูงที่สุดแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ส่วนการทดลองใน micro-plot เพื่อทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเอ็นโดไฟท์ ในปี 2555 พบว่า กรรมวิธีที่เพาะจุลินทรีย์ไอโซเลท 73I2 และกรรมวิธีที่เพาะจุลินทรีย์ไอโซเลท S10 ให้แก่ดินชุดดินสตึกโดยไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้น้ำหนักอ้อยต่อกอไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีที่ไม่เพาะจุลินทรีย์และไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การทดลองในสภาพแปลง ปี 2556 ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนเอ็นโดไฟท์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราร่วมกับการเพาะแบคทีเรียไอโซเลท 73I2 และ S10 ให้น้ำหนักผลผลิตอ้อยสูงที่สุด และการทดลองในสภาพแปลง ปี 2557 - 2558 ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเอ็นโดไฟท์ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราร่วมกับการเพาะแบคทีเรียไอโซเลท 73I2 และ S10 ให้ผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเต็มอัตรา

แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเอ็นโดไฟติก จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืชมีแนวโน้มสามารถนำมาใช้ร่วมกัน

1.2.5 การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตอ้อย

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ต่อการลดต้นทุนและปริมาณผลผลิตอ้อยปลูกในดินร่วนทราย ที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรร้อยเอ็ด เพื่อศึกษาศักยภาพของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในการผลิตอ้อย โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 2 แบบ คือ ไม่ใส่ และใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์อัตรา 1,000 กรัมต่อไร่ ปัจจัยรอง การใส่ปุ๋ยเคมี 5 อัตรา คือ 1) ไม่ใส่ 2) อัตราแนะนำ 3) ลดไนโตรเจนร้อยละ 50 4) ลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสร้อยละ 25 และลดไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมร้อยละ 25 ของอัตราแนะนำตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในการปลูกอ้อยช่วยลดต้นทุน เพิ่มปริมาณ และ คุณภาพผลผลิตอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นถึงระดับ ที่มีกำไรคุ้มกับการลงทุนโดยการใช้ผสมผสานกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ในอัตราเหมาะสมกับดินและอ้อยที่ปลูก จะสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจาก

อัตราคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินอีกร้อยละ 50 หรือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมร้อยละ 25

1.2.6 การเปรียบเทียบวิธีการจัดการดินและปุ๋ยในอ้อยตอที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี 1) คลุมใบอ้อย 1 ร่อง เว้น 2 ร่อง ใส่ปุ๋ยเคมีเฉพาะร่องอ้อยที่ไม่มีใบคลุมดินและไถริปเปอร์ร่วมกับการพรวนดินด้วยจอบหมุน 2) คลุมใบอ้อย 1 ร่อง เว้น 2 ร่อง ใส่ปุ๋ยเคมีทุกร่องและไถริปเปอร์ร่วมกับการพรวนดินด้วยจอบหมุน 3) คลุมใบอ้อย 1 ร่อง เว้น 2 ร่อง ใส่ปุ๋ยเคมีทุกร่องและปลูกพืชตระกูลถั่วแซมเฉพาะร่องอ้อยที่ไม่มีใบคลุมดิน 4) คลุมใบอ้อยทุกร่อง และใส่ปุ๋ยเคมีทุกร่อง 5) เผาใบอ้อยไถริปเปอร์พร้อมฝังปุ๋ย (วิธีของเกษตรกร) ผลการทดลองพบว่า อ้อยตอที่มีใบคลุมดินทั้งแปลงมีวัชพืชขึ้นน้อยที่สุด อ้อยตอที่มีเผาใบอ้อย (วิธีการที่ 5) มีวัชพืชขึ้นมากที่สุด และมีความชื้นของดินต่ำกว่าอ้อยตอที่มีใบคลุมดิน ทำให้มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงน้อยกว่าอ้อยตอที่มีใบคลุม และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยพบว่าวิธีการที่ 5 คือ การเผาใบอ้อยและใช้ริปเปอร์ไถฝังปุ๋ย (วิธีเกษตรกร) มีผลผลิตอ้อยตอต่ำสุดคือ 7.82 ตันต่อไร่ อ้อยตอที่การคลุมใบอ้อยทุกร่อง (กรรมวิธีที่ 4) ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 13.36 ตันต่อไร่ การคลุมใบอ้อย 1 ร่อง เว้น 2 ร่อง ถึงแม้ว่าจะให้ผลผลิตอ้อยตอน้อยกว่าอ้อยที่มีการคลุมดินทั้งแปลง แต่เป็นวิธีการจัดการใบอ้อยที่ช่วยลดความเสี่ยงจากการถูกไหม้อ้อยตอหมดทั้งแปลง การใส่ปุ๋ยทุกร่องกับการใส่ปุ๋ยเฉพาะร่องที่ไม่มีใบคลุมดินให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ การปลูกถั่วแซมอ้อยในแถวอ้อยที่ไม่มีใบคลุมดินไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ส่วนในด้านคุณภาพความหวานของอ้อยทั้ง 5 กรรมวิธี ไม่แตกต่างกันคือ มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 13.68-14.42 ซีซีเอส อ้อยตอที่การคลุมใบอ้อยทุกร่อง (กรรมวิธีที่ 4) ให้น้ำตาลสูงสุด คือ 1.96 ตันซีซีเอสต่อไร่ อ้อยที่เผาใบอ้อยและใช้ริปเปอร์ไถฝังปุ๋ย (วิธีเกษตรกร) ให้น้ำตาลต่ำสุดคือ 1.09 ตัน CCS ต่อไร่

1.2.7 การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพอ้อย

ได้ดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (ชุดดินสตึก ซึ่งมีเนื้อดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำและเป็นกรดแก่) ตั้งแต่ปี 2555-2557 วางแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ จำนวน 6 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (SAF) 2) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และพ่นสารไคโตซาน อัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร (FF+K) 3) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และพ่นน้ำส้มควันไม้อัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร (FF+WV) 4) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และพ่นสารโอทูฟลาโวเจน อัตรา 2.5 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร (FF+O) 5) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และพ่นน้ำผสมยูเรีย อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (FF+U) 6) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และพ่นน้ำ อัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร (FF+W) ผลการทดลองพบว่า การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธี ไม่ทำการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยแตกต่างกัน

กิจกรรมงานวิจัย 2 ศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการการจัดการน้ำในไร่อ้อย

Research and Development on Water Management Technologies in Sugarcane Fields

ผู้วิจัย

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[1/] อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์[5/] ทักษิณา ศันสยะวิชัย[2/] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[3/] ศรีสุดา ทิพยรักษ์[2/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] เกษม ชูสอน[2/] เหรียญทอง พานสายตา[2/] รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์[11/] ดาวรุ่ง คงเทียน[3/] วนิดา โนบรรเทา[5/] และสมฤทัย ตันเจริญ[5/]

คำสำคัญ (Key words)

พันธุ์อ้อย อ้อยปลูก อ้อยตอ ความต้องการน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช การดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย

Sugarcane variety, Plant cane, Ratoon cane, Khon Kaen 3, Water requirement, Water consumption coefficient, Irrigated water use efficiency (IUE), Plant nutrient availability, Nutrient uptake

บทคัดย่อ

ศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการการจัดการน้ำในไร่อ้อย ตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2558 ประกอบด้วย 1) ศึกษาความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกับอ้อยปลูกและอ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น3 ในชุดดินวาริน ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 2) ศึกษาวิจัยความชื้นของดินต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกอ้อยที่เป็นดินร่วนปนทราย (ชุดดินโคราช ศูนย์วิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จังหวัดขอนแก่น และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์) และดินเหนียว (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา และในชุดดินลพบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์) และ 3) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อย 5 พันธุ์ ระหว่างปี 2556-2558 ณ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ผลการทดลองพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 มีความต้องการน้ำสูงสุด (ผลผลิต 35 ตันต่อไร่ต่อปี) 1,620 มิลลิเมตร สำหรับอ้อยปลูก และ 1,703 มิลลิเมตร สำหรับอ้อยตอ (ผลผลิต 21 ตันต่อไร่ต่อปี) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น3 เฉลี่ย 0.34, 0.74, 1.52 และ 0.83 ที่ระยะตั้งต้น (0-75 วันหลังปลูก) ระยะแตกกอ (76-195วัน) ระยะสร้างน้ำตาล (196-285วัน) และระยะสุกแก่ (286-375วัน) ตามลำดับ จากการคำนวณโดยวิธีการ Blaney-Criddle และได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น3 เฉลี่ย 0.69, 0.39, 0.84, 2.28 และ 0.75 ที่ระยะตั้งต้น (0-45วัน) ระยะพักตัว (46-120 วัน) ระยะแตกกอ (121-225วัน) ระยะสร้างน้ำตาล (226-330วัน) และระยะสุกแก่

(331-360วัน) ตามลำดับ การให้น้ำนอกจากจะเพิ่มผลผลิต ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยเพิ่มขึ้น และ เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารแล้ว ยังเพิ่มจำนวนการไว้ตอได้มากกว่าปกติ (อาศัยน้ำฝน) อย่างน้อย 5 ตอ

จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ใหม่ พบว่า สามารถจัดกลุ่มอ้อยที่ทดลองได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ได้แก่ อ้อยโคลนเคเค07-037 กลุ่มปานกลาง ได้แก่ ขอนแก่น3 เคเค07-018 และ แอลเค92-11 และ กลุ่มมีประสิทธิภาพต่ำ ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง12 และเคเค07-750

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

เป็นการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ และความต้องการของพันธุ์ขอนแก่น3 ซึ่งเป็นพันธุ์ใหม่ของกรมวิชาการเกษตร และผ่านการรับรองเมื่อปี พ.ศ. 2551 และประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ใหม่ทั้งในส่วนของกับวิชาการเกษตร และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ในสภาพไร่-นาของพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย โดยแตกต่างจากงานวิจัยของต่างประเทศ 3 ที่นิยมหาได้จากการศึกษาในสภาพกระถางเรือนทดลอง (lysimeter) ประเด็นหลักใหญ่ๆ คือ 1) ด้านภูมิอากาศมีความแตกต่างจากประเทศของเรา ทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รูปแบบการกระจายและปริมาณฝน 2) ชนิดดิน โดยเฉพาะด้านกายภาพ เช่น เนื้อดิน อินทรียวัตถุ ช่องว่างอากาศในดิน และความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน 3) พันธุ์พืช ซึ่งจะมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อต้องการความแม่นยำเพิ่มขึ้น และสอดคล้องทรัพยากรตามภูมินิเวศน์ที่มีผลต่อการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการเป็นประโยชน์และประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืชภายใต้สภาพความชื้นแตกต่างกัน เพื่อพัฒนาและปรับใช้กับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับอ้อยต่อไป

หลักการดำเนินการทดลอง

สำรวจ และคัดเลือกแปลงทดลอง โดยศึกษาหน้าตัดดินและเก็บตัวอย่างดิน ภายในความลึก 100 เซนติเมตรจากผิวดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ เพื่อประเมินความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน และกำหนดวิธีการทดลอง โดยใช้อัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างเพียงพอ

2.1 ศึกษาวิจัยค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของอ้อยพันธุ์ใหม่ ซึ่งมี 2 การทดลองย่อย ดังนี้

2.1.1 ศึกษาวิจัยค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

ได้ดำเนินการระหว่าง ปีงบประมาณ 2554-2558 ณ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี ได้แก่ 1) อาศัยน้ำฝน 2) ให้น้ำหยดเสริม 12.5 เปอร์เซ็นต์ 3) ให้น้ำหยดเสริม 25.0 เปอร์เซ็นต์ 4) ให้น้ำหยดเสริม 37.5 เปอร์เซ็นต์ 5) ให้น้ำหยดเสริม 50.0 เปอร์เซ็นต์ และ 6) ไม่ปลูกอ้อย กรรมวิธีที่ให้น้ำหยดเสริม ให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของความจุ

ความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงสุดของดินภายในระดับความลึก 1 เมตรเมื่ออ้อยอายุ 30-240 วันโดยให้น้ำทุก 7 วัน และตรวจวัดความชื้นของดินก่อนให้น้ำทุกครั้ง และกรรมวิธีที่ 1)-5) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตรา 24-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง บันทึกการใช้น้ำของอ้อยและการระเหยของน้ำเป็นรายสัปดาห์ในพื้นที่แปลงขนาด 9 x 9 เมตร และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ

2.1.2 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อย 5 พันธุ์

ได้ดำเนินการระหว่าง ปีงบประมาณ 2556-2558 ณ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น วางแผนแบบ Split - plot มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 (Main-plot) คือ การให้น้ำ 3 อัตรา ได้แก่ 1) ให้น้ำเสริมแบบร่อง ทุก 7 วัน ตั้งแต่ปลูก จนถึงฤดูฝนปกติ (เดือนพฤษภาคม -กันยายน) 2) ให้น้ำเสริมแบบร่อง ทุก 14 วัน (ดัดแปลง จากความต้องการน้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3) เช่นเดียวกับวิธีที่ 2 และ 3) ไม่มีการให้น้ำ (อาศัยน้ำฝน) เป็นวิธีการควบคุม ปัจจัยที่ 2 (Subplot) คือ พันธุ์อ้อย 6 พันธุ์ ได้แก่ 1) อู่ทอง 12 2) แอลเค 92-11 3) โคลนอ้อยเคเค07-018 4) โคลนอ้อยเคเค07-750 5) โคลนอ้อยเคเค07-037 และ 6) ขอนแก่น 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกแบบย้ายกล้าจากการชำข้อในถุงเพาะ ทุกวิธีการใส่ปุ๋ยเหมือนกัน โดยเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ปุ๋ย ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอย่างพอเพียง บันทึกปริมาณการใช้น้ำเสริมของอ้อย และปริมาณน้ำฝนเป็นรายสัปดาห์ในพื้นที่แปลงขนาด 6.5 x12 เมตร และคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อยแต่ละพันธุ์

ผลการทดลองพบว่า อ้อยปลูกตอบสนองต่อการให้น้ำ โดยกรรมวิธีที่ให้น้ำให้ผลผลิตแตกต่างจากกรรมวิธีไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญ กรรมวิธีให้น้ำหยดเสริม 37.5 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตสูงสุด และมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสูงสุดที่ระยะสร้างน้ำตาล ได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น3 เฉลี่ย 0.34, 0.74, 1.52 และ 0.83 ที่ระยะตั้งต้น (0-75 วันหลังปลูก) ระยะแตกกอ (76-195วัน) ระยะสร้างน้ำตาล (196-285วัน) และระยะสุกแก่ (286-375วัน) ตามลำดับ จากการคำนวณค่าการคายระเหยอ้างอิง (ETo) โดยวิธีการ Blaney-Criddle ส่วนอ้อยตอ1 ตอบสนองต่อการให้น้ำโดยกรรมวิธีให้น้ำหยดเสริมให้ผลผลิตแตกต่างจากกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกันโดยกรรมวิธีให้น้ำหยดเสริม 25.0 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตสูงสุด และมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสูงสุดที่ระยะสร้างน้ำตาลเช่นเดียวกับอ้อยปลูก ได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยตอ1 พันธุ์ขอนแก่น3 เฉลี่ย 0.69, 0.39, 0.84, 2.28 และ 0.75 ที่ระยะตั้งต้น (0-45วัน) ระยะพักตัว (46-120 วัน) ระยะแตกกอ (121-225วัน) ระยะสร้างน้ำตาล (226-330วัน) และระยะสุกแก่ (331-360วัน) ตามลำดับ การให้น้ำนอกจากจะเพิ่มผลผลิต และ เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารแล้ว ยังเพิ่มจำนวนการไว้ตอได้มากกว่าปกติ (อาศัยน้ำฝน) ประมาณ 3-4 ตอ จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ใหม่ พบว่า สามารถจัดกลุ่มอ้อยที่ทดลองได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ได้แก่ อ้อยโคลนเคเค07-037 กลุ่มปานกลาง ได้แก่ ขอนแก่น3 เคเค07-018 และ แอลเค92-11 และ กลุ่มมีประสิทธิภาพต่ำ ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง12 และเคเค07-750

2.2 ศึกษาวิจัยความชื้นของดินต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินที่ปลูกอ้อย ซึ่งมี 2 การทดลองย่อย ดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิจัยความชื้นของดินต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินร่วนปนทรายที่ปลูกอ้อย

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 สิ้นสุด 2556

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ จำนวน 2 ปัจจัย รวม 12 กรรมวิธี ปัจจัยหลัก คือ 1) ไม่ให้น้ำ และ 2) ให้น้ำตามความต้องการพืช (50% ของ AWC) ภายในความลึก 50 เซนติเมตร ปัจจัยรอง คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) 0.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) 1.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 5) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปูนขาว (แคลเซียม) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 6) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+โดโลไมท์ (แคลเซียม แมกนีเซียม) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยดำเนินการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ในชุดดินโคราช ศูนย์วิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (แปลงสาธิตเขาสวนกวาง) อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น

ผลการทดลอง พบว่า การให้น้ำสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกเป็น 4.9 เท่าของวิธีการไม่ให้น้ำ หรืออาศัยน้ำฝน ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 0.750 ตันต่อไร่ ไม่พบความแตกต่างของวิธีการให้ปุ๋ย อาจเนื่องจากผลผลิตต่ำและแปรปรวนมาก จากการมีจำนวนลำเก็บเกี่ยวต่ำกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่า การปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 1.28 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปูนขาว ดีกว่าการใส่ปุ๋ยทุกวิธี แต่เมื่อให้น้ำเสริม 130 มิลลิเมตร วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปูนขาวให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงสุด เฉลี่ย 3.54 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ ตามลำดับ เมื่ออายุเก็บเกี่ยว วิธีการให้น้ำมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบอ้อยลดลง และเปอร์ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในลำอ้อยเพิ่มขึ้น ส่วนอ้อยตอไม่ได้ศึกษาเนื่องจากมีใบขาวระบาดและ มีความแปรปรวนสูงมาก

2) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 สิ้นสุด 2558

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ จำนวน 2 ปัจจัย รวม 12 กรรมวิธี ปัจจัยหลัก คือ 1) ไม่ให้น้ำ และ 2) ให้น้ำตามความต้องการพืช (37.5% ของ AWC) ภายในความลึก 100 เซนติเมตร ปัจจัยรอง คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) 0.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) 1.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 5) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปูนขาว (แคลเซียม) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 6) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+โดโลไมท์ (แคลเซียม แมกนีเซียม) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยดำเนินการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ในชุดดินโคราช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์

ผลการทดลอง พบว่า การให้น้ำสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกเป็น 2.77 เท่า แตกต่างกับวิธีการไม่ให้น้ำ หรืออาศัยน้ำฝน ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 4.71 ตันต่อไร่ เนื่องจากมีจำนวนลำเก็บเกี่ยว

ความสูงขณะเก็บเกี่ยว และขนาดลำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 1.68 1.42 และ 1.03 เท่าของวิธีการไม่ให้น้ำ แต่ไม่พบความแตกต่างของวิธีการให้ปุ๋ยตำหรับต่างๆ อาจเนื่องจากผลผลิตมีความแปรปรวนมาก อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่า การปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปูนขาว และวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 6.44 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ วิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งดีกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราอื่น แต่เมื่อให้น้ำเสริม วิธีการใส่ปุ๋ย อัตรา 0.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงสุด เฉลี่ย 14.7 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปูนขาว และวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ ตามลำดับ เมื่ออายุเก็บเกี่ยว วิธีการให้น้ำมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบอ้อยเพิ่มขึ้น และเปอร์ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของโพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ในลำอ้อยลดลง ส่วนอ้อยตอไม่ได้นำผลการศึกษามาร่วมพิจารณา เนื่องจากมีจำนวนต้นตายเยอะ และมีความแปรปรวนสูงมาก

2.2.2. ศึกษาวิจัยความชื้นของดินต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินเหนียวที่ปลูกอ้อย

1) ระยะเวลาเริ่มต้น 2554 สิ้นสุด 2556

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ จำนวน 2 ปัจจัย รวม 12 กรรมวิธี ปัจจัยหลัก คือ 1) ไม่ให้น้ำ และ 2) ให้น้ำตามความต้องการพืช (37.5% ของ AWC) ภายในความลึก 50 เซนติเมตร ปัจจัยรอง คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) 0.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) 1.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 5) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปูนขาว (แคลเซียม) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 6) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+โดโลไมท์ (แคลเซียม แมกนีเซียม) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยดำเนินการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ในแปลงทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ผลการทดลอง พบว่า การให้น้ำสามารถมีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยปลูกเพิ่มขึ้น 1.4 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกับวิธีการไม่ให้น้ำ หรืออาศัยน้ำฝน ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 26.8 ตันต่อไร่ อาจเนื่องจากมีน้ำใต้ดินเพียงพอ ทั้งๆ ที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูเพียง 453.7 มิลลิเมตร และจำนวนวันฝนตก 64 วันต่อปี ซึ่งวิธีการให้น้ำ ได้ให้น้ำเสริมเฉลี่ย 350.1 มิลลิเมตรก็ตาม นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของวิธีการให้ปุ๋ยทั้งๆ ที่ในดินชั้นบน มีปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับต่ำ ถึง ต่ำมาก เฉลี่ย 0.54 เปอร์เซ็นต์ 7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่า การปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน วิธีการใส่ปุ๋ย 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 28.4 ตันต่อไร่ ดีกว่าการใส่ปุ๋ยทุกวิธี แต่เมื่อให้น้ำเสริม 350.1 มิลลิเมตร วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงสุด เฉลี่ย 29.8 ตันต่อไร่ เมื่ออายุเก็บเกี่ยว วิธีการให้น้ำมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยเพิ่มขึ้น แต่ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบอ้อยลดลง และเปอร์ส่วนเปอร์เซ็นต์

ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในลำอ้อยลดลง ส่วนอ้อยตอไม่ได้ให้น้ำเปรียบเทียบ เป็นการศึกษาอ้อยตอในสภาพอาศัยน้ำฝนและน้ำใต้ดินทั้งหมด พบว่า วิธีการใส่ปุ๋ย 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน 21.3-22.2 ตันต่อไร่ แตกต่างทางสถิติกับปุ๋ยวิธีการอื่น และวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตต่ำสุด เฉลี่ย 13.8 ตันต่อไร่ เมื่ออายุเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อย ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีความใกล้เคียงกับเปอร์ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในลำอ้อย เช่นเดียวกับอ้อยปลูก

2) ระยะเวลาเริ่มต้น 2556 สิ้นสุด 2558

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ จำนวน 2 ปัจจัย รวม 12 กรรมวิธี ปัจจัยหลัก คือ 1) ไม่ให้น้ำ และ 2) ให้น้ำตามความต้องการพืช (37.5% ของ AWC) ภายในความลึก 100 เซนติเมตร ปัจจัยรอง คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) 0.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) 1.5 เท่าของปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 5) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+กำมะถันผง (ซัลเฟอร์) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ 6) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+กำมะถันผง (ซัลเฟอร์) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยดำเนินการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ในชุดดินลพบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

ผลการทดลอง พบว่า มีแต่การปลูกอ้อยเฉพาะวิธีการไม่ให้น้ำ หรืออาศัยน้ำฝนเท่านั้น เนื่องข้อมูลวิเคราะห์กายภาพดินด้านความชื้น ณ ความชื้นสนามผิดพลาดให้ค่าต่ำกว่าปกติประมาณ 2 เท่า ทำให้คำนวณปริมาณการให้น้ำว่ามีเพียงพอ จึงไม่มีการให้น้ำกับอ้อยตลอดฤดู อย่างไรก็ตามอ้อยที่ปลูกให้ผลผลิตสูงมาก เฉลี่ย 23.1 – 27.5 ตันต่อไร่ เนื่องจากมีจำนวนลำเก็บเกี่ยว ความสูงขณะเก็บเกี่ยว เฉลี่ย 10,476-12,079 ลำต่อไร่ และ 258-297 เซนติเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างของวิธีการให้ปุ๋ยตำหรับต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่า การปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับกำมะถัน อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับกำมะถัน อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 1.5 ของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงกว่า เฉลี่ย 2.18 1.80 และ 1.14 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และแตกต่างกับวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดีกว่าวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตอ้อยปลูกต่ำสุด เฉลี่ย 23.1 ตันต่อไร่ ส่วนอ้อยตอให้ผลผลิต เฉลี่ย 13.8 – 17.7 ตันต่อไร่ เนื่องจากมีจำนวนลำเก็บเกี่ยว ความสูงขณะเก็บเกี่ยว เฉลี่ย 9,699-10,810 ลำต่อไร่ และ 254-280 เซนติเมตร เป็นไปในทำนองเดียวกับอ้อยปลูก แต่ไม่พบความแตกต่างของวิธีการให้ปุ๋ยตำหรับต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่า การปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับกำมะถัน อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับกำมะถัน อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 1.5 ของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงกว่า เฉลี่ย 3.09 2.07 และ 1.24 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และแตกต่างกับ

วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความเชื่อมั่น 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดีกว่าวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตอ้อยปลูกต่ำสุด เฉลี่ย 13.8 ตันต่อไร่

กิจกรรมงานวิจัย 3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและ ผลผลิตของอ้อย

Impact of Climate Change on Growth and Yield of Sugarcane

ผู้วิจัย

ปรีชา กาเพ็ชร[2/] อรรถสิทธิ์ บุญธรรม[11/] วิภาวรรณ กิติวัชรเจริญ[1/] ทักษิณา ศันสยะวิชัย[2/] กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[1/] อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์[2/] แคทลิยา เอกอุ่น[9/] บุญญาภา ศรีหาตา[10/] ดารารัตน์ มณีจันทร์[1/] ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์[1/] วาสนา วันดี [13/] อดิศักดิ์ คำนวณศิลป์[13/] ผุด จันทร์สุขโข[13/] สุจิตรา พิกุลทอง[13/] กนกวรรณ ฟักอ่อน[13/] และเหรียญทอง พานสายตา[2]

คำสำคัญ (Key words)

พันธุ์อ้อย อ้อยปลูก อ้อยตอ แบบจำลองพืช เขตสภาพแวดล้อมการผลิตอ้อย ภูมิอากาศแห้งแล้งและการให้น้ำ ระยะเวลาและระดับน้ำท่วมขัง พื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้งของอ้อย

Sugarcane variety, Plant cane, Ratoon cane, Crop models simulation, Ecological of sugarcane production, Drougth and Irrigation, Duration and levels of flooding, Leaf area, Accumulation of dry matter

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย ระหว่างปี 2554 ถึง 2558 ประกอบด้วย 1) ศึกษาสภาพแวดล้อมของการผลิตอ้อยที่มีผลกระทบจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่จำกัดสำหรับอ้อยในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และดำเนินการปลูกอ้อยทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในปี 2557-2558 เพื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของพันธุกรรมอ้อย สำหรับใช้กับแบบจำลองพืช 3 ชนิด ได้แก่ Canegro model, Crop DNDC และ Aquacrop model 2) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเตรียมดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยข้ามแล้ง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี 3) ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบต่อการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อยข้ามแล้ง 4) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำอ้อยด้วยระบบน้ำหยด และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มผลผลิตอ้อยในสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้ง (ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และ 5) ศึกษาผลกระทบต่อผลผลิตอ้อยในสภาวะน้ำท่วมขังในช่วงอายุต่างกัน ระหว่างปี 2556-2558 (ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการทดลองพบว่า ความ

หลากหลายของสภาพแวดล้อมทำให้ผลผลิตอ้อยมีความแปรปรวนสูงทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ปฏิสัมพันธ์ของน้ำและชนิดดินเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของผลผลิตอ้อย

ได้สมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลผลิตอ้อย และปรับค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรม ปรับค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และแอลเค92-11 และการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช สำหรับนำเข้าแบบจำลองพืช 3 ชนิด คือ Canegro, Crop DNDC และ Aquacrop ให้ผลการจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยได้ใกล้เคียงกับค่าสังเกตมากขึ้น

การเตรียมดิน โดยการไถกลบเศษซากอ้อย แล้วใช้ริปเปอร์ไถและพรวนดินด้วยจอบหมุนตาม และปลูกอ้อยโดยใช้เครื่องปลูก พร้อมหยอดน้ำ (stripe tillage) จะทนแล้งได้ดีกว่าการใช้แรงงานคนปลูก ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 12.8 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกับอ้อยที่เตรียมดินปลูกอ้อยโดยการไถพรวนและใช้เครื่องปลูกหยอดน้ำ ซึ่งให้ผลผลิต 12.4 ตันต่อไร่ ซึ่งอ้อยที่ปลูกอ้อยโดยการไถพรวนยกร่องใช้แรงงานคนปลูกให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 10.2 ตันต่อไร่

อ้อยที่ให้น้ำหยดกลางคืนมีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 2 สูงกว่าอ้อยที่ให้น้ำหยดกลางวัน เพราะลดการสูญเสียน้ำจากการระเหย การใส่ปุ๋ยและวางสายน้ำหยดชิดกออ้อยจะให้ผลผลิตสูงสุด การให้น้ำหยดตอนเช้ากับตอนบ่ายให้ผลผลิตอ้อยตอ1 ไม่แตกต่างกัน

เมื่ออ้อยขังน้ำนานเกินกว่า 20 วันจะมีผลกระทบต่อผลผลิตและความหวานของอ้อยอายุ 2 เดือน โดยทำให้อ้อยเน่าตาย ไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ แต่ในอ้อยอายุ 4 เดือน สามารถเจริญเติบโตได้แต่จะให้ผลผลิตและความหวานลดน้อยลง และไม่มีผลเมื่ออ้อยอายุตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

เป็นการศึกษาและแบ่งเขตสภาพแวดล้อมการปลูกอ้อยในภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ พัฒนาข้อมูลการเจริญเติบโต ความสัมพันธ์ของการสร้างใบและการสะสมน้ำตาลเพื่อนำเข้าและปรับใช้ในแบบจำลอง 3 ชนิด ได้แก่ Canegro model, Crop DNDC และ Aquacrop mode ให้การคาดการณ์มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น การให้น้ำในช่วงเวลากลางคืนและตำแหน่งหัวน้ำหยดที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลดการระเหย และศึกษาและประเมินผลกระทบจากภาวะน้ำท่วมขังระดับต่างๆ ในช่วงอายุต่างกันของอ้อยในสภาพกระถาง Lysimer เพื่อรองรับความเสี่ยง ความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

หลักการดำเนินการทดลอง

3.1 ศึกษาสภาพแวดล้อมของการผลิตอ้อยที่มีผลกระทบจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่จำกัด

ได้ศึกษาสภาพแวดล้อมการผลิตอ้อยในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปี 2554-2556 เพื่อแบ่งเขตสภาพแวดล้อมการผลิตอ้อย ความแปรปรวนของผลผลิตที่เกิดจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อม และแนวทางการลดความแปรปรวนของผลผลิต และดำเนินการปลูกอ้อยทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในปี 2557-2558 เพื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของพันธุกรรมอ้อย

สำหรับใช้กับแบบจำลองพืช 3 ชนิด ได้แก่ Canegro model, Crop DNDC และ Aquacrop model ผลการศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อมของการผลิตอ้อยในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วย 1,079 และ 1,980 สภาพแวดล้อมตามลำดับ ทั้งภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความหลากหลายของสภาพแวดล้อมทำให้ผลผลิตอ้อยมีความแปรปรวนสูงทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ความแปรปรวนเชิงพื้นที่เกิดจากแตกต่างของชนิดดิน และภูมิอากาศ ส่วนความแปรปรวนเชิงเวลาเกิดจากความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน การแบ่งเป็นเขตการผลิตอ้อยตามความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกไม่ทำให้ความแปรปรวนของผลผลิตอ้อยเชิงพื้น และเชิงเวลาลดลง เช่นเดียวกันกับการให้น้ำในปริมาณ และจำนวนครั้งเท่ากันทุกสภาพแวดล้อม แต่หากให้น้ำโดยวิธีการให้เพียงพอกับความต้องการของแต่ละสภาพแวดล้อมทำให้ความแปรปรวนลดลง บ่งชี้ว่าปฏิสัมพันธ์ของน้ำ และชนิดดินเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของผลผลิตอ้อย แนวทางการลดความแปรปรวนของผลผลิตอ้อยทำได้โดยการพัฒนาการระบบการให้น้ำให้เพียงพอตลอดฤดูปลูกในแต่ละสภาพแวดล้อม การคัดเลือกหาพันธุ์ทนแล้งหรือมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง สำหรับการปรับแก้และทดสอบแบบจำลองพืช 3 ชนิด พบว่าทั้งหลังจากปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมสำหรับนำเข้าแบบจำลองแล้ว ทั้งแบบจำลอง Canegro และ DNDC ให้ผลการจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยได้ใกล้เคียงกับค่าสังเกต เมื่อทดสอบกับแปลงทดลองในสภาพอาศัยน้ำฝนแบบจำลอง DNDC ให้ผลการจำลองดี แต่แบบจำลอง Canegro ให้ผลการจำลองสูงกว่าค่าสังเกต และเมื่อปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแบบจำลอง Canegro แล้ว พบว่าให้ผลการจำลองดีเช่นกัน

3.2 การเปรียบเทียบวิธีการเตรียมดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยข้ามแล้ง

การเปรียบเทียบวิธีการเตรียมดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยข้ามแล้ง 4 วิธีการ คือ 1) ไถพรวนยกร่อง ใช้แรงงานคนปลูกอ้อยและให้น้ำอ้อยตามหลังปลูก (วิธีของเกษตรกร) 2) ไถพรวน ใช้เครื่องปลูกหยอดน้ำ (วิธีของกรมวิชาการเกษตร) 3) ไถสับใบและกลางเศษซากอ้อย ใช้ ripper ร่วมกับจอบหมุนพรวนดินในแนวที่จะปลูกและใช้เครื่องปลูกอ้อยพร้อมหยอดน้ำตามรอยที่ไถพรวน (Stripe tillage) 4) ใช้เครื่องสับใบระหว่างแถวอ้อยตอแล้วใช้ริปเปอร์และจอบหมุนไถพรวนตาม ใช้เครื่องปลูกหยอดน้ำตามแนวที่ไถพรวน (minimum tillage) ผลการทดลองพบว่า อ้อยที่ใช้แรงงานคนปลูกแล้วให้น้ำตาม (กรรมวิธีที่ 1) มีการงอกที่เร็วกว่าอ้อยที่ใช้เครื่องปลูก (กรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4) แต่หลังปลูกอ้อย 3 เดือน อ้อยทั้ง 4 กรรมวิธี มีความสูงไม่แตกต่างกัน และเมื่อกระทบแล้งอ้อยที่ใช้เครื่องปลูกจะทนแล้งได้ดีกว่าการใช้แรงงานคนปลูก เมื่อเก็บเกี่ยวอ้อย พบว่า อ้อยที่เตรียมดินโดยการไถกลบเศษซากอ้อย แล้วใช้ริปเปอร์ไถและพรวนดินด้วยจอบหมุนตาม ปลูกอ้อยด้วยเครื่องปลูกพร้อมหยอดน้ำ (stripe tillage) ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 12.8 ตัน/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกับอ้อยที่เตรียมดินปลูกอ้อยโดยการไถพรวนและใช้เครื่องปลูกหยอดน้ำ (วิธีของกรมวิชาการเกษตร) ซึ่งให้ผลผลิต 12.4 ตัน/ไร่ อ้อยที่ปลูกอ้อยโดยการไถพรวนยกร่องใช้แรงงานคนปลูกให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 10.2 ตัน/ไร่ ส่วนการปลูกเตรียมดินปลูกอ้อยโดยการใช้เครื่องสับใบระหว่างแถวอ้อยตอ แล้วใช้ริปเปอร์ไถแล้วพรวนดินตามด้วยจอบหมุนให้ผลผลิต 12.4 ตัน/ไร่ การเตรียมดินปลูกอ้อยโดยวิธีนี้เป็น

การลดการไถพรวนและมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด ส่วนในด้านคุณภาพความหวาน พบว่า อ้อยที่ปลูกโดยการเตรียมดินทั้ง 4 วิธี มีค่า C.C.S ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อคำนวณเป็นน้ำตาล (ตัน CCS ต่อไร่) พบว่า การเตรียมดินปลูกอ้อยแบบ Stripe tillage ให้น้ำตาลสูงสุดคือ 1.72 ตัน CCS ต่อไร่

3.3 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบต่อการเจริญ เติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อยข้ามแล้ง

อัตราการเจริญเติบโตของอวัยวะส่วนต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตย่อมมีความสัมพันธ์กัน และมักเป็นแบบสมการ allometry จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบและการเจริญเติบโตของอ้อย เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของสมการสำหรับนำมาสร้างเป็นสมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินการเจริญเติบโตของอ้อย และสร้างสมการอย่างง่ายสำหรับการเปลี่ยนแปลงน้ำในดิน เพื่อนำไปประเมินผลผลิตอ้อยในสภาพที่ขาดน้ำ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตั้งแต่ปี 2554 – 2558 โดยปลูกอ้อยในสภาพให้น้ำชลประทาน และอาศัยน้ำฝน จำนวน 2 ครั้ง เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุกๆ 2 เดือน และเก็บความชื้นดิน สำหรับนำมาใช้ปรับแก้และทดสอบสมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินการเจริญเติบโตของอ้อยและการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดิน ผลการทดลองพบว่าพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักแห้งของพืช เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของความสัมพันธ์มาใช้กับสมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลผลิตอ้อย พบว่าเมื่อปรับค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และแอลเค92-11 แล้ว สมการอย่างง่ายสามารถประเมินการเจริญเติบโตของอ้อยได้อย่างดีเยี่ยม การปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชพบว่าให้ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินได้ดี เมื่อนำสมการการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดินเชื่อมกับสมการการเติบโตของอ้อย เพื่อประเมินการเจริญเติบโตของอ้อยในสภาพที่ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำ พบว่า สามารถประเมินผลผลิตได้พอใช้ การหาค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการขาดน้ำของอ้อยทั้งสองพันธุ์จะสามารถพัฒนาสมการอย่างง่ายให้สามารถประเมินการเจริญเติบโตของอ้อยได้แม่นยำยิ่งขึ้น

3.4 การเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำอ้อยด้วยระบบน้ำหยด และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มผลผลิตอ้อยในสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้ง

การเปรียบเทียบวิธีการให้น้ำอ้อยด้วยระบบน้ำหยด และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มผลผลิตอ้อยในช่วงที่เกิดความแห้งแล้ง เพื่อหาเวลาและตำแหน่งวางสายน้ำหยดกับตำแหน่งที่ใส่ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในสภาพที่ภูมิอากาศแห้งแล้งและมีแหล่งน้ำจำกัด ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี ตั้งแต่ปี 2555 ถึงต้นปี 2558 มีการวางแผนการทดลองแบบ split plot 3 ซ้ำ Main plot คือ เวลาของการให้น้ำหยด ได้แก่ กลางวันกับกลางคืน ในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 2 (ปี 2555 และ 2557) แต่อ้อยตอ 1 (ปี 2556) เปลี่ยนเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำเช้ากับการให้น้ำบ่าย ส่วน Sub plot เหมือนกันทั้ง 3 ปี คือ ตำแหน่งของการใส่ปุ๋ยกับตำแหน่งของการวางสายน้ำหยดประกอบด้วย 1) ใส่ปุ๋ยตรงกลางระหว่างแถวและวางสายน้ำหยดตรงกลางระหว่างแถว 2) ใส่ปุ๋ยตรงกลางระหว่างแถวและวางสายน้ำหยดตรงทรงพุ่มของใบอ้อย 3) ใส่ปุ๋ยตรงกลางระหว่างแถวและวางสายน้ำหยดตรงกออ้อย 4) ใส่ปุ๋ยชิดกออ้อยและวางสายน้ำหยดตรงกลางระหว่างแถว 5) ใส่ปุ๋ย

ชิดกออ้อยและวางสายน้ำหยดตรงทรงพุ่มของใบอ้อย และ 6) ใส่ปุ๋ยชิดกออ้อยและวางสายน้ำหยดตรงกออ้อย ผลการทดลองในอ้อยปลูกพบว่า การใส่ปุ๋ยตรงกลางระหว่างแถวอ้อย มีวัชพืชขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยชิดกอสอดคล้องทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ อ้อยที่วางสายน้ำหยดชิดกอมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากกว่าอ้อยที่วางสายน้ำหยดตรงกลางระหว่างแถวอ้อยอย่างมีนัยสำคัญ ค่าการระเหยของน้ำ (Evaporation) ในแปลงที่ให้น้ำหยดกลางวัน (3.91 mm) สูงกว่าแปลงที่ให้น้ำหยดอ้อยกลางคืน (1.65 mm) มีผลทำให้อ้อยที่ให้น้ำหยดกลางคืนมีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 2 สูงกว่าอ้อยที่ให้น้ำหยดกลางวันสอดคล้องกันทั้ง 2 ปี ถึงแม้ว่า จะไม่แตกต่างทางสถิติก็ตาม โดยเฉพาะการให้น้ำหยดกลางคืนแล้วใส่ปุ๋ยและวางสายน้ำหยดตรงกลางระหว่างแถวอ้อยให้ผลผลิตอ้อยปลูกเพิ่มขึ้นจากให้น้ำหยดกลางวัน 21.07 ตัน/ไร่ เป็น 23.80 ตัน/ไร่ และในอ้อยตอ 2 ที่ให้น้ำหยดกลางคืนแล้วใส่ปุ๋ยและวางสายน้ำหยดชิดกออ้อยให้ผลผลิตอ้อยตอ 2 เพิ่มขึ้นจากอ้อยที่ให้น้ำหยดกลางวัน 17.3 ตัน/ไร่ เป็น 21.97 ตัน/ไร่ เป็นผลมาจากระบบรากของอ้อยตอเจริญเติบโตด้อยกว่าอ้อยปลูก ดังนั้นอ้อยตอจึงต้องใส่ปุ๋ยและวางสายน้ำหยดชิดกออ้อยจะให้ผลผลิตสูงสุด การให้น้ำหยดตอนเช้ากับตอนบ่ายให้ผลผลิตอ้อยตอ 1 ไม่แตกต่างกัน คือ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.9 และ 14.0 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ปี 2556 มีปริมาณน้ำฝนน้อย (< 1,000 mm) การใส่ปุ๋ยและวางสายน้ำหยดชิดกอมีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยสูงสุด ในด้านคุณภาพความของอ้อย (CCS) ผลผลิตอ้อยที่ให้น้ำหยดกลางวันไม่แตกต่างจากกลางคืน ตำแหน่งของการใส่ปุ๋ยและการวางสายน้ำหยดไม่ทำให้ความหวานของอ้อยแตกต่างทางสถิติ

3.5 ศึกษาผลกระทบต่อผลผลิตอ้อยในสภาวะน้ำท่วมขังในช่วงอายุต่างกัน

ศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยในสภาวะน้ำท่วมขังที่ช่วงอายุต่างกัน ทำการทดลอง 2 ครั้งในปี 2556/57 และ 2557/58 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี โดยชำข้ออ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ก่อนย้ายปลูกในรองบ่อซีเมนต์ที่มีท่อสามารถควบคุมการระบายน้ำได้ บ่อละ 1 ต้น ทดลองในชุดดินเดิมบางซึ่งเป็นดินนา การทดลองปีแรกวางแผนการทดลองแบบ 4x3+1 Factorial in RCB 3 ซ้ำปลูกอ้อยในสภาพที่ไม่มีน้ำท่วมขังเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ปัจจัย A คือ อายุในการท่วมขังน้ำของอ้อย 4 อายุ ได้แก่ อ้อยอายุ 2 4 6 และ 8 เดือน ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำ 3 ระยะ ได้แก่ 10 20 และ 30 วัน ปีที่สอง วางแผนการทดลองแบบ 3x4+1 Factorial in RCB 3 ซ้ำ ปลูกอ้อยโดยไม่มีน้ำท่วมขังเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ปัจจัย A คือ อายุในการท่วมขังน้ำของอ้อย 3 อายุ ได้แก่ อ้อยอายุ 2 4 และ 6 เดือน ปัจจัย B คือระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำ 4 ระยะ ได้แก่ 10 20 30 และ 40 วัน ให้น้ำตามกรรมวิธีที่กำหนด บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ผลการทดลอง ปี 2556/57 พบว่า การให้น้ำท่วมขังทุกอายุของอ้อย มีผลกระทบทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และความหวานของอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอายุอายุ 2 และ 4 เดือน และในปี 2557/58 พบว่า การให้น้ำท่วมขังเมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการท่วมขังเมื่ออายุ 4 6 เดือน และไม่มีน้ำท่วมขัง และเสียหายรุนแรงมากขึ้นตามระยะเวลาขังน้ำ เฉลี่ย 12 24 47

และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อขังน้ำนาน 10 20 30 และ 40 วัน ตามลำดับ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับจำนวนปล้อง ความสูงและขนาดลำของอ้อย ส่วนความหวานลดลงเด่นชัด เฉลี่ย 54 และ 14 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับวิธีการไม่มีการขังน้ำและการขังน้ำเมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน อย่างไรก็ตามอายุอ้อยและระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำมีปฏิสัมพันธ์กันทั้งในด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1) ผลผลิตจากผลการวิจัยของโครงการบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ร้อยละ 11-33 กับอ้อยปลูกในดินทราย ดินร่วน ดินเหนียวและดินตื้นปนลูกรัง จำนวน 14 ชุดดิน จากดินทดลองทั้งหมด 20 ชุดดิน อ้อยพันธุ์อู่ทอง1 (94-2-106) ให้ผลผลิตเพิ่มร้อยละ 13-32 กับอ้อยปลูกในดินด่างชุดดินตาคลี ลำนารายณ์ และสมอทอด และอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี80 ให้ผลผลิตเพิ่มร้อยละ 20 กับอ้อยปลูกในดินนาชุดดินราชบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิมที่เกษตรกรใช้

2) ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยกับไนโตรเจนแบบพลวัต จากสมการ (N response curve) บนความสมดุลของการใช้ฟอสเฟตและโพแทชของอ้อยปลูกและอ้อยตอ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบพหุนามกำลังสอง สามารถนำไปปรับปรุงคำแนะนำปุ๋ยอ้อยที่มีประสิทธิภาพสูงและให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด

3) ได้ข้อมูลความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย นำไปวางแผนบริหารจัดการน้ำในระดับไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้เป็นแนวทางเพิ่มจำนวนครั้งจากการไว้ตออ้อยในดินทราย ได้ไม่น้อยกว่า 5 ตอ

4) ได้ข้อมูลและแนวทางการใช้วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ การใช้ประโยชน์ของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ร่วมประยุกต์กับวิธีการจัดการดินและปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานที่เหมาะสมสำหรับแนะนำเฉพาะพื้นที่ปลูกหลัก

5) ได้แบบจำลองพืชที่เหมาะสมกับการคาดคะเนผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์ขนาดช่องว่างของผลผลิตอ้อยในแหล่งปลูกที่อาศัยน้ำฝน เพื่อกำหนดแนวทางการผลิตอ้อยในภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

การเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์ปัจจุบันและอนาคตที่มีการแข่งขันสูงเชิงพาณิชย์ การกีดกันที่ไม่ใช่กำแพงภาษี และการเสี่ยงภัยธรรมชาติจากภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องใช้องค์ความรู้เชิงบูรณาการแบบเรียงลำดับความสำคัญ จากการวิเคราะห์ถึงข้อจำกัดด้านการผลิตของพื้นที่เป้าหมาย เพื่อแก้ปัญหา และกำหนดเทคโนโลยีการผลิตให้ตรงจุด ตรงประเด็น จากการผลิตแบบ GAP จึงจะบรรลุเป้าหมายและสัมฤทธิ์ผลบริบูรณ์ได้ ทั้งในแง่รายได้ และรักษาทรัพยากรสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2539. ข้อมูลการใช้น้ำของพืชต่างๆ ในภาคตะวันออก. งานวางแผนและวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมซ้ำซาก. http://irw101.ldd.go.th. ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2553

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ทักษิณา ศันสยะวิชัย ศรีสุดา ทิพยรักษ์ วีระพล พลรักดี และเกษม ชูสอน. 2552. การเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างเหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : จ.ขอนแก่น. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. กรมวิชาการเกษตร, 5 หน้า.

เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร วินัย ศรวัต สมชาย บุญประดับ สุกิจ รัตนศรีวงษ์ สหัสชัย คงทน สมปอง นิลพันธ์ ชิษณุชา บุดดาบุญ กิ่งแก้ว คุณเขต อิสระ พุทธสิมมา ปรีชา กาเพ็ชร แคทลิยา เอกอุ่น และ วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิต ข้าว อ้อย มัน สำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 159 หน้า.

จิรพงษ์ ประสิทธิเขตรและอุบล หินเธาว์. 2546. ผลของการให้ปุ๋ยในระบบน้ำต่อการดูดใช้ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของลำไย. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 21 (1).หน้า 45-58.โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

โชติ สิทธิบุศย์. 2541. แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 119 หน้า.

ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย ทักษิณา ศันสยะวิชัย ศรีสุดา ทิพยรักษ์ ปรีชา กาเพ็ชร และกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2547. อัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. กรมวิชาการเกษตร.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และปรีชา กาเพ็ชร. 2548. การตอบสนองต่อปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ 94-2-200 อ้อยข้ามแล้ง ใน: การศึกษาลักษณะทางการเกษตรของโคลนอ้อยชุด 2537. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. กรมวิชาการเกษตร, 13 หน้า.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2551. รายงานการจัดการดิน ปุ๋ยและน้ำเพื่อผลิตอ้อย ณ ศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรนานาชาติ จ.ขอนแก่น. 9 -10 มิถุนายน 2551.

ถวิล ครุฑกุล. 2523. การใช้ปุ๋ยกับอ้อย. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 15 ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8 หน้า.

เบญจมาศ คำสืบ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2552. การเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างเหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: จ. นครราชสีมา. รายงานความก้าวหน้างานวิจัยไตรมาส 3 ประจำปี 2552 ณ สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร, (สไลด์)

ประสาท เกศวพิทักษ์. 2538. ศักยภาพและอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับพืชไร่ในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออก เฉียงเหนือ. สำนักงาน ปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารหมายเลข TT : 016-38-1, 121 หน้า.

ปรีชา กาเพ็ชร. 2548. การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของถั่วลิสงโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปรีชา กาเพชร์ ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย ทักษิณา ศันสยะวิชัย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และเจิม จาบประโคน. 2550. การตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อยใน 2 ชุดดินจังหวัดขอนแก่น. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2559 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. กรมวิชาการเกษตร, 11 หน้า.

ปรีชา กาเพ็ชร และเกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร. 2555. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารแก่นเกษตร 40 (ฉบับพิเศษ 3): 83-91.

ปรีชา ประจวบเหมาะ และอุดม รัตนรักษ์. 2536. การทดลองปุ๋ยอ้อยที่ปลูกในดินร่วนเหนียวสีน้ำตาลสภาพมีการชลประทาน หน้า 160-176. ใน รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่ง ชาติ ครั้งที่ 1 สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 681 หน้า.

ปรีชา พราหมณีย์. 2547. โปรแกรมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในอ้อยตามคุณสมบัติดิน Canefert 1.0 (ไม่ระบุหน้า). ใน: รายงานผลโครงการวิจัยอ้อย สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 25 หน้า.

ปรีชา สุริยพันธุ์. 2541. การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากอ้อย. วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย 5(3): 27-37.

สมภพ จงรวยทรัพย์ ดำริ ถาวรมาศ และอุดม รัตนารักษ์. 2545. อัตราปุ๋ยไนโตรเจนและกากตะกอนน้ำตาลอ้อยที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยในดินชนิดต่างๆ ในจังหวัดสระแก้ว. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 20 (3).หน้า 275- 284.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. www.oae.go.th/oae_report/stat_agri/report_result_content.php ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2555

สุทัด ปินตาเสน ทักษิณา ศันสยะวิชัย และขุนทอง บุญเกิด. 2543. ผลของสภาพน้ำขังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. http://oard3kk.dyndns.org/kkfcrc.

อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. 2552. การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อยกระดับการผลิตอ้อย: การทดสอบความแม่นยำของระบบคำแนะนำปุ๋ยอ้อย, น. 89-165. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาด้านอ้อย โครงการระยะสั้น ปี 2552.

อารันต์ พัฒโนทัย. 2535. คู่มือการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อวางแผนพัฒนาการเกษตร. โครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการพัฒนากรมส่งเสริมการเกษตร และโครงการวิจัยระบบทรัพยากรชนบท มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 92 หน้า.

อุทัย อารมณ์รัตน์. 2541. เอกสารวิชาการเรื่องทรัพยากรน้ำและการให้น้ำพืชทางผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพ. กลุ่มงานวิจัยปฐพีวิทยา กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 173 หน้า.

โอชา ประจวบเหมาะ ชำนาญ พิทักษ์ และรจนา สุรการ. 2535. การป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยโดยวิธีเขตกรรม. วารสารกรมวิชาการเกษตร ปีที่ 10 (3).

Allison, J.C.S., N.W. Pammenter, 2002. Effect of nitrogen supply on the production and distribution of dry matter in sugarcane. South African Journal of Plant and Soil 19: 12–16.

Allison J.C.S., N.W. Pammenter, and R.J. Haslam. 2007. Why dose sugarcane (Saccharum sp. Hybrid) grow slowly?. South African Journal of Botany 73:546-551.

Attanandana, T., P. Verapattananirund and R. Yost. 2008. Refining and disseminating site-specific nutrient management technology in Thailand. Agron. Sustain. Dev. 28 (2008): 291–297.

Carr, M.K.V., and W. Knox. 2010. The water relations and irrigation requirements of sugarcane (*Saccharum offincinarum*): a review. Expl. Agric. 47(1): 1-25.

Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper no.24. Rome, FAO. 154 pp.

Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. Guidelines for Predicting Irrigation and Drainage Paper no.33. Rome, FAO. 193 pp.

Gassman P. W., R. R. Manuel, H. G. Colleen, and G. A. Jeffrey. 2007. The Soil and Water Assessment Tool: Historical Development, Applications, and Future Research Directions. Working Paper 07-WP 443. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University. 100 pp.

Hoogenboom G., J.W. Jones, P.W. Wilkens, C.H. Porter, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, K.J. Boote, U. Singh, O. Uryasev, W.T. Bowen, A.J. Gijsman, A. du Toit, J.W. White,

and G.Y. Tsuji. 2004. Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4.0 [CDROM]. University of Hawaii, Honolulu, HI.

Inman-Bamber, N.G., 1994b. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. Field Crops Research 36 : 41-51.

Inman-Bamber N.G., G.D. Bonnett, D.M. Smith, and P.J. Thorburn. 2005. Preface Sugarcane Physiology: Integration from cell to crop to advance sugarcane production. Field Crops Research 92: 115-117.

Jones J.W., G. Hoogenboom, C.H. Porter, K.J. Boote, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, P.W. Wilkens, U. Singh, A.J. Gijsman, and J.T. Ritchie. 2003. DSSAT Cropping System Model. Europian Journal of Agronomy 18: 235-265.

Keating B.A., M.J. Robertson, R.C. Muchow, and N.I. Huth. 1999. Modeling sugarcane production systems I. Development and performent of the sugarcane module. Field Crops Research 61: 253-271.

Lansigan F.P. 1998. Minimum data and information requirements for estimating yield gap in crop production systems. (cited 4 Sep 2004) Available from: URL: http://www.jsai.or.jp/afita/afita-conf/1998/P06.pdf.

Lingle S.E. 1997. Seasonal internode development and sugar metabolism in sugarcane. Crop Science 37: 1222–1227.

Muchow R.C., M.F. Spillman, A.W. Wood, and M.R. Thomas. 1994. Radiation interception and biomass accumulation in a sugarcane crop grown under irrigated tropical conditions. Australians Journal of Agricultural Research 45: 37-49.

Phinchongsakuldit, A. 2014. Site-specific Nutrient Management (SSNM) in Thailand. Food and Fertilizer Technology Center. http://www.agnet.org/library.php? Access 28 August 2016.

Ritchie, J.T., J.R. Kiniry, C.A. Jones, P.T. Dyke. 1986. Model inputs. In: Jones, C.A., Kiniry, J.R. (Eds.), CERES-Maize: A Simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A& M University Press, College Station, pp. 37-48.

Robertson M.J., A.W. Wood, and R.C. Muchow. 1996. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. radiation use, biomass accumulation and partitioning. Field Crops Research 46: 11-25.

Robertson, M.J., G.D. Bonnett, R.M. Hughes, R.C. Muchow, and J.A. Campbell. 1998. Temperature and leaf area expansion of sugarcane: integration of controlled-environment, field and model studies. Australians Journal of Plant Physiology 25: 819-828.

Sinclair T.R., R.A. Gilbert, R.E. Perdomo, J.M. Shine Jr, G. Powell, and G. Montes. 2004. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. Field Crops Research 88: 171-178.

Singels A., R.A. Donaldson, and M.A. Smit. 2005. Improving biomass production and partitioning in sugarcane: theory and practice. Field Crops Research 92: 291-303.

Smith, M. 1992. Cropwat, A computer programe for irrigation planning and management. Irrigation and Drainage Paper no.46. FAO. Rome. 126 pp.

Smith D.M., N.G. Inman-Bamber, and P.J. Thorburn. 2005. Growth and function of the sugarcane root system. Field Crops Research 92: 169-183.

Steduto P., T.C. Hsiao, E. Fereres, and D. Raes. 2012. Crop yield response to water. FAO 66 irrigation and drainage paper. Food and agricultural organization ot the united nations. Rome. 505 pp.

Thanomsub, W., T. Sansayawichai and T. Tangpremsri. 2006. Irrigation management for sugarcane in Thailand. Sharing Information and Discussion on How to Increase Sugarcane Production under Several Constraints of Environment. December 15, 2006. Maruay Garden hotel, Bangkok. (powerpoint)

Yadav, D.V. 1995. Recycling of Sugar Factory Preemud in Agriculture. Page 150. In: Tandon H.L.S(ed.) Recycling of Crop, Animal, Human and Industrial Watses in Agriculture, Fertilizer Development and Consultation Organization. New Delhi, India.