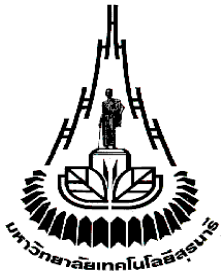
รหัสโครงการ SUT3-302-53-36-31



รายงานการวิจัย

การจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยตอ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Soil and Water Management for Ratoon Yield Improvement of Sugarcane in The Northeast

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-302-53-36-31

รายงานการวิจัย

การจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยตอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Soil and Water Management for Ratoon Yield Improvement of Sugarcane in The Northeast

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ

ผู้ร่วมวิจัย
อาจารย์ ดร.ธีรยุทธ เกิดไทย

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2553-2554

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2558

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยตอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การดำเนินงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่ทำการทดลอง และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ จนเกิดผลสำเร็จที่ดี

บทคัดย่อ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกอ้อยถึง 42% ของพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมด แต่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำ และที่สำคัญไม่สามารถไว้ตอได้หลายต่อทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูง ทั้งนี้เนื่องจากสภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบที่ความอุดมสมบูรณ์และการอุ้มน้ำต่ำ รวมทั้งปริมาณน้ำฝนที่มีน้อยและมีการกระจายตัวของน้ำฝนไม่สม่ำเสมอในแต่ละเดือน ทำให้อ้อยได้รับน้ำไม่เพียงพอในบางช่วงของการเจริญเติบโตและมีส่วนทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารพืชไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการให้น้ำในการปลูกอ้อย หรือการปรับปรุงดินให้มีการอุ้มน้ำประกอบการให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน อาจสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ และเพิ่มจำนวนการไว้ตอได้ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีผลกำไรเพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการให้น้ำ การใส่วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยต่อผลผลิต คุณภาพของอ้อย ต้นทุนและผลตอบแทน โดยแยกการทดลองเป็น 4 สภาพการให้น้ำ ได้แก่ 1) แปลงสภาพน้ำฝน 2) แปลงให้น้ำตามร่อง 3) แปลงให้น้ำหยดบนดิน 4) แปลงให้น้ำหยดใต้ดิน โดยทุกสภาพการให้น้ำมีการวางแผนการทดลองแบบ Split Plot ใน Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ Main plot คือ การใส่วัสดุปรับปรุงดิน มี 3 ระดับ 1) ไม่ใช้วัสดุปรับปรุงดิน 2) ใส่ขุยมะพร้าว 3) ใส่ขี้เถ้าแกลบ Sub plot คือ วิธีการให้ปุ๋ยเคมี 4 ระดับ 1) ใส่ปุ๋ย NPK ตามประเภทของเนื้อดิน 2) ใส่ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับธาตุอาหารรอง และ 4) ใส่ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จากการวิเคราะห์ผลการทดลองร่วม (Combined Analysis) ระหว่างสภาพการทดลอง พบว่าการให้น้ำในการปลูกอ้อยทั้ง 3 วิธี ส่งผลให้อ้อยมีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสูง จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตอ้อยสูงกว่าการไม่ให้น้ำ โดยการให้น้ำหยดใต้ดินมีจำนวนลำต่อไร่ และผลผลิตสูงที่สุดในอ้อยปลูก แต่ในอ้อยตอ 2 การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดบนดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่า และการให้น้ำแก่อ้อยไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาล (CCS) หรือความหวานของอ้อย

ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินพบว่าการใส่ขุยมะพร้าวส่งผลให้อ้อยมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าการใส่ขี้เถ้าแกลบ และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในอ้อยปลูก แต่ไม่ได้ส่งผลให้ความสูง จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ในขณะที่วิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันก็ไม่ได้ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอก ความสูง จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของอ้อยแตกต่างกันทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 เช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนจากการปลูกอ้อยในทุกสภาพจะเห็นได้ว่าการให้น้ำส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอ้อยปลูกค่อนข้างสูงจากค่าการวางระบบน้ำเพราะต้องลงทุนกับอุปกรณ์ทุกอย่าง แต่ก็ยังมีผลตอบแทนสูงกว่าการไม่ให้น้ำ และผลตอบแทนยิ่งมากในอ้อยตอ 1และ 2 ของการให้น้ำ เนื่องจาก

การให้น้ำสารถรักษาเสถียรภาพผลผลิตอ้อยที่สูงไว้ได้แต่มีการลงทุนเพิ่มไม่มากเพราะอุปกรณ์ต่างๆ สามารถใช้ได้หลายปี สำหรับการให้น้ำตามร่องถึงแม้ว่าจะได้ผลตอบแทนสูงเช่นกัน แต่เป็นการให้น้ำที่ต้องใช้น้ำมากกว่าระบบน้ำหยดถึง 1.5 เท่า จึงอาจไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันที่มีน้ำอยู่อย่างจำกัด

Abstract

Sugarcane planting areas in the Northeast of Thailand is about 42 % of total planting area. However, the average cane yield in this area is very low with low number of ratooning. The important limiting factors include coarse texture soils with low fertility and water holding capacity and low rain fall with an erratic distribution. These lead to insufficient water consumption for sugarcane during some part of growing periods and low nutrient utilization efficiency. Efficient water management, soil water holding capacity improvement and fertilizer management based on soil fertility might be the critical cultivated practices to increase cane yield, prolong ratooning and consequently raise the income for sugar cane growers in this area.

The field experiments were conducted to study the effects of various methods of water supply, soil amendment and chemical fertilizer application on sugar cane yield, quality and economic return of sugar cane production. There were 4 conditions of water supply for sugar cane planting: 1) no water supply, 2) furrow irrigation, 3) surface drip irrigation and 4) sub surface drip irrigation. The split plot in RCBD with 3 levels of soil amendments as main plot and 4 fertilizer applications as sub plot were arranged in each watering condition. Combined analysis among all conditions was performed to determine the effects of water supply, soil amendment and fertilizer application and their interactions. The results showed that all methods of water application increased seedling germination, plan height, cane number, cane weight, cane yield of the plant cane, the first and the second year ratoon canes. Among water supply conditions, subsurface drip irrigation produced the highest yield in the plant cane but surface drip irrigation tended to produce highest yield in the second year ratoon. CCS of plant cane was not significantly affected by water supply.

Soil amendment with core dust incorporation resulted to more seedling germination than rice husk ash and no soil amendment. However, it did not affect plant height, cane number, cane weight cane yield of plant cane and ratoons. Different chemical fertilizer application had no effects on seedling germination, plant height, cane number, cane yield of plant cane and ratoon canes.

The economic analysis revealed that water supply resulted to high production cost especially in the first year (plant cane) from the water system. However, cane

production under all water supplies led to slightly more income than cane production under non-water supply in the plant cane. The income was more different between cane production under water and non-water supply in the first and second year ratoon canes because water supplies could maintain high yield of ratoon cane with a slightly more investment than no water supply.

Furrow irrigation, even though, could produce high yield as drip irrigation, it used about 1.5 times more water than drip irrigation. It would not be an appropriate water application method in current condition in which water is very limited.

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
Abstract ..... ง
สารบัญ ..... จ
บทที่ 1
บทนำ 1
บทที่ 2
ตรวจเอกสาร 3
2.1 อ้อย ความสำคัญและการผลิตในประเทศไทย 3
2.2 ปัญหาการปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
2.3 การใช้น้ำของอ้อย 7
2.4 การให้น้ำในระบบน้ำหยด 13
2.5 การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ 14
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย 17
3.1 แผนการทดลอง 17
3.2 วิธีการทดลอง 18
3.3 การบันทึกข้อมูล 25
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 28
บทที่ 4
ผลการทดลอง และการอภิปรายผล 29
4.1 ความต้องการน้ำ และปริมาณการให้น้ำของอ้อย 29
4.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย 32
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง 39
4.4 ต้นทุน และผลตอบแทน 40
4.5 อภิปรายผลการทดลอง 35
บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง 38
เอกสารอ้างอิง 39
ประวัติผู้วิจัย 42

บทที่ 1
บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละกว่าแสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) อ้อยนับว่าเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้แบบครบวงจรเพราะนอกจากได้น้ำตาลแล้ว ในกระบวนการผลิตยังมีผลพลอยได้ (by-products) เกิดขึ้นหลายอย่าง ที่สำคัญได้แก่ ชานอ้อย กากตะกอน (filter cake) และกากน้ำตาล (molasses) ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง โดยชานอ้อยสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับให้พลังหรือใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า กากตะกอนใช้เป็นวัสดุทำปุ๋ยหมักหรือนำไปใส่บำรุงดินโดยตรง และกากน้ำตาลใช้ผลิตเอทานอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงนับได้ว่าอ้อยเป็นพืชที่มีประโยชน์หลากหลาย เป็นพืชที่สร้างงานและรายได้ให้กับคนไทย และมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างยิ่ง

ในฤดูการผลิตปี 2554/55 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 9 ล้านไร่ มีผลผลิตประมาณ 98 ล้านตัน พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีพื้นที่ปลูกครอบคลุม 20 จังหวัด รวมพื้นที่ประมาณ 3.8 ล้านไร่ (42% ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด) มีผลผลิตเฉลี่ย 11.25 ตันต่อไร่ ซึ่งถือว่าผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2555) การปลูกอ้อยในภูมิภาคนี้มักประสบปัญหาผลผลิตต่ำและไม่สามารถไว้ตอได้ เนื่องจากพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้น้อย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Muchovej and Newman, 2004) และที่สำคัญประมาณ 98% ของพื้นที่ปลูกอ้อยเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งมักมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีน้อย และการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ผลกระทบจากการขาดน้ำนอกจากจะทำให้ผลผลิตต่ำแล้วยังส่งผลถึงเปอร์เซ็นต์การงอกและการไว้ตอของอ้อย เพราะโดยทั่วไปเกษตรกรจะตัดอ้อยในช่วงแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) ซึ่งมีสภาพอากาศร้อน และแห้งแล้ง ดินมีความชื้นต่ำ ทำให้การงอกของอ้อยตอลดลง (ทักษิณา และคณะ, 2550) แต่ด้วยข้อจำกัดของโรงงานน้ำตาลที่สามารถรับอ้อยเข้าหีบได้ในช่วงเดือนนี้ของทุกปี จึงทำให้เกษตรกรไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อเพิ่มการอุ้มน้ำของดิน หรือมีการให้น้ำเสริมตามความต้องการน้ำของอ้อย โดยเน้นการใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่นระบบน้ำหยดซึ่งเป็นระบบการให้น้ำที่ใช้น้ำน้อย มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง และเป็นระบบที่สามารถให้ปุ๋ยไปพร้อมกับการให้น้ำได้อาจเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยของ

อ้อยได้ เพราะในสภาพปรกติการใส่ปุ๋ย (ทางดิน) มักมีความเสี่ยงสูงเนื่องจากหาช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงได้ยาก ซึ่งถ้าดินมีความชื้นไม่เพียงพอพืชก็ไม่สามารถดูดปุ๋ยไปใช้ได้ หรือถ้าใส่ปุ๋ยไปแล้วมีฝนตกหนักมากก็มีการสูญเสียจากการชะล้างเพราะดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำและดูดยึดปุ๋ยต่ำ ดังนั้นจึงมีการศึกษาผลของการใช้วัสดุปรับปรุงดิน การให้น้ำ และการให้ปุ๋ย ต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อย เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตและการไว้ตอของอ้อยได้นานขึ้น

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 อ้อย ความสำคัญและการผลิตในประเทศไทย

อ้อย (sugarcane) จัดอยู่ในวงศ์ (family) Gramineae สกุล (genus) *Saccharum* จำแนกได้เป็น 6 ชนิด (species) ได้แก่ *Saccharum officinarum, S. spontaneum, S. barberi, S. robustum, S. sinens* และ *S. edule* (Hunsigi, 1983) แต่อ้อยที่ปลูกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายในปัจจุบัน คือ *S. officinarum* โดยเป็นพืชเขตร้อนชื้น (tropical) มีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในนิวกินี ซึ่งเป็นเกาะใหญ่ในมหาสมุทรแปซิฟิก (เฉลิมพล, 2547) มีลักษณะภายนอกประกอบด้วยลำต้นที่มีข้อและปล้องชัดเจน มีใบเกิดสลับข้างกัน และมีส่วนกาบใบหุ้มลำต้นไว้ โดยกาบใบและใบจะมีไขและขนอยู่ด้วย รากอ้อยเป็นระบบรากฝอยแต่แข็งแรงสามารถหยั่งลงไปในดินได้ลึก ลำต้นอ้อยสามารถแตกหน่อได้จากตาของข้อล่างๆ ที่อยู่ชิดดิน มีการขยายพันธุ์แบบ vegetative เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน มีปริมาณน้ำฝนและแสงแดดเพียงพอ โดยทั่วไปอ้อยเจริญเติบโตได้ช้าในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C แต่ขึ้นได้ดีในอุณหภูมิที่สูงกว่า 20 °C และในพื้นที่ที่ไม่มีการชลประทานจะต้องมีน้ำฝน 1,200-1,500 มิลลิเมตรต่อปี หรือมากกว่านั้น มีอายุการเก็บเกี่ยว 11-12 เดือน และเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้วสามารถเก็บเกี่ยวและไว้ตอได้หลายครั้งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการ

เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่

แหล่งปลูกอ้อยที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา อุดรธานี ขอนแก่น และชัยภูมิ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2555) โดยมีเนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2547-2556 ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งมีเนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เฉลี่ย 6.8 ล้านไร่ 72.96 ล้านตัน และ 10.47 ตันต่อไร่

ตารางที่ 1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของอ้อยในประเทศไทย ปี 2547–2556

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)
2547	7,012	64,996	9.26
2548	6,670	49,586	7.43
2549	6,033	47,658	7.89
2550	6,314	64,365	10.19
2551	6,588	73,502	11.15
2552	6,023	66,816	11.09
2553	6,310	68,808	10.90

2554	7,870	95,950	12.19
2555	8,013	98,400	12.28
2556	8,093	99,597	12.30
เฉลี่ย	6,892	72,967	10.47

2.2 ปัญหาการปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การที่ผลผลิตอ้อยต่ำสาเหตุใหญ่มาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากพื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินในกลุ่มชุดดิน 40 35 41 และ 44 (ปรีชา และคณะ, 2544) ซึ่งมีเนื้อดินหลักเป็นดินทราย ดูดยึดธาตุอาหารได้ต่ำ การอุ้มน้ำต่ำ ทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยเคมีจากการชะล้างลงสู่ดินในระดับลึกเกินกว่ารากพืชสูงกว่าดินเหนียว โดยมีผลโดยตรงต่อการไว้ตออ้อยในพื้นที่ดินทราย ซึ่งหากเกษตรกรสามารถไว้ตออ้อยได้หลายตอก็จะส่งผลให้เกษตรกรมีผลกำไรเนื่องจากในอ้อยตอไม่ต้องมีต้นทุนในการปลูก มีเพียงต้นทุนการบำรุงรักษาอ้อยตอเท่านั้น ดังนั้นการปรับปรุงดินทรายจึงสามารถทำได้โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ซึ่งได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือวัสดุอินทรีย์อื่นๆ และการใช้ปุ๋ยพืชสด ในช่วงพักดินก่อนการเตรียมดินปลูกอ้อย ซึ่งเป็นวิธีการที่มีต้นทุนต่ำ และสะดวกในการปฏิบัติ โดยพืชที่แนะนำให้ใช้เป็น ปุ๋ย พืชสด คือพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ปอเทือง ถั่วมะแฮะ ถั่วพร้า เป็นต้น แต่การใช้ปุ๋ยพืชสดยังข้อจำกัดในด้านการขยายผลให้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถพึ่งตนเองในการผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ นอกจากนี้เกษตรกรยังขาดข้อมูลในการใช้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินในไร่อ้อยอีกหลายประการ เช่น ชนิดพืชและวิธีการจัดการที่เหมาะสมที่ให้ปุ๋ยพืชสดสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้ตรงกับความต้องการของอ้อยและซากพืชที่สลายตัวเป็นอินทรียวัตถุที่สามารถดูดยึดธาตุอาหารให้อ้อยดูดไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการเผาใบอ้อยซึ่งเป็นการทำลายอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช และนอกจากการใส่อินทรียวัตถุการจัดการในเรื่องการตัดอ้อยก็มีความสำคัญ เพราะหากตัดอ้อยปลายหีบในช่วงแล้ง(ธันวาคม-เมษายน) เมื่ออ้อยตองอกในช่วงแล้งดินขาดความชื้นเปอร์เซ็นต์การงอกอ้อยตอต่ำส่งผลให้ผลผลิตอ้อยต่ำ และนอกจากนี้อ้อยที่ยืนต้นในดินทรายที่มีความชื้นต่ำ ก็ส่งผลให้ผลผลิตต่ำลงเช่นกัน จากรายงานของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (2542) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาการไว้ตออ้อยที่ปลูกในดินทราย พบว่าอ้อยที่ตัดในปลายฤดูหีบที่ต้องยืนต้นอยู่ในดินที่มีความชื้นต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวรเป็นเวลานานจะให้ผลผลิต อ้อยตอต่ำกว่าอ้อยที่ตัดต้นฤดูหีบ และศึกษาการใช้พืชบำรุงดินโดยการปลูกถั่วมะแฮะและไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใส่กากตะกอนอ้อย ให้ผลผลิตทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอดีกว่าที่ไม่บำรุงดิน และระยะปลูกยังมีผลต่อการให้ผลผลิตของอ้อย โดยทักษิณา และสงบภัย (2545)

พบว่า อ้อยที่ปลูกด้วยระยะถี่ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงกว่าการปลูกด้วยระยะห่าง แต่การปลูกด้วยระยะห่างได้ผลผลิตอ้อยตอเมื่อคิดเป็นสัดส่วนกับอ้อยปลูกสูงกว่าการปลูกด้วยระยะถี่

นอกจากนี้การปลูกอ้อยต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานานๆ ยังมีผลทำให้ดินเสื่อมโทรมลงทุกปี เนื่องจากการเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการพักดิน และมีการใส่ปุ๋ยสูตรเดิมทุกปี ก่อให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในระบบการปลูกอ้อย เช่น มีการสะสมฟอสฟอรัสจากการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตมากเกินความจำเป็น อาจชักนำให้มีการดูดธาตุอาหารพืชอื่นๆ เช่น สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และโบรอน จากการศึกษาของกอบเกียรติ และคณะ (2549) พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมี N P K ในอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถลดการสูญเสียหน้าดิน (โดยน้ำหนักแห้ง) ในดินร่วนทรายชุดแม่ริม (Mr) :Loamy-skeletal,mixed Oxic Paleustults ที่ไร่เกษตรกร จ.กาฬสินธุ์ ประมาณร้อยละ 33-42 สอดคล้องกับการทดลองของ Jantawat และคณะ(1991)ซึ่งได้ดำเนินการในไร่ทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.ชลบุรี ซึ่งสามารถลดการสูญเสียหน้าดินถึงร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น มูลวัว และวัสดุอินทรีย์ เช่นฟางข้าวในอัตรา 8 กก.N ต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนกับมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี ให้หัวมันสดเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 24 และ 21 ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี หรือต้นใบมันสำปะหลังไถกลบร่วมกับปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตหัวมันให้สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (กอบเกียรติและคณะ,2548 ; ชัยโรจน์, 2541)

การอุ้มน้ำของดินทรายมีปริมาณต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ดังนั้นการเพิ่มการอุ้มน้ำแก่ดินโดยการใส่วัสดุปรับปรุงดินจึงอาจเพิ่มการอุ้มน้ำของดินได้สูงขึ้นและสามารถไว้ตออ้อยได้หลายตอ

ตารางที่ 2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งหมดส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และใช้ไม่ได้ของดินแต่ละชนิด (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545)

เนื้อดิน	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (มม. /ซม.ดิน)		
	รวมทั้งหมด	พืชนำเอาไปใช้ได้	พืชใช้ไม่ได้
ดินทราย	0.65-1.50	0.35-0.85	0.30-0.65
ดินร่วนปนทราย	1.50-2.30	0.75-1.15	0.75-1.00
ดินร่วน	2.30-3.40	1.15-1.70	1.15-1.50
ดินร่วนปนดินเหนียว	3.40-4.00	1.70-2.00	1.70-2.00
ดินเหนียวปนตะกอนทราย	3.60-4.15	1.50-1.80	2.10-2.35
ดินเหนียว	3.80-4.15	1.50-1.60	2.30-2.55

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ หรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวถาวร (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545)

เนื้อดิน	AS	FC	PWP	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% นน. ดินแห้ง) PAW(1)	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% โดยปริมาตร) PAW(2)	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (มม. /ซม.ดิน) D $D=\frac{PAW(2)xAS}{100}$
	(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)	(5)=(4)x(1)	(6)=$\frac{(4)x(1)x10}{100}$
ดินทราย	1.65	9	4	5	8	0.8
	(1.55-1.80)	(6-12)	(2-6)	(4-6)	(6-10)	(0.6-1.0)
ดินร่วนปนทราย	1.50	14	6	8	12	1.2
	(1.40-1.60)	(10-18)	(4-8)	(6-10)	(9-15)	(0.9-1.5)
ดินร่วน	1.40	22	10	12	17	1.7
	(1.35-1.50)	(18-26)	(8-12)	(10-14)	(14-20)	(1.4-2.0)
ดินร่วนปนดินเหนียว	1.35	27	13	14	19	1.9
	(1.30-1.40)	(23-31)	(11-15)	(12-16)	(16-22)	(1.6-2.2)
ดินเหนียวปนตะกอนทราย	1.30	31	15	16	21	2.1
	(1.25-1.35)	(27-35)	(13-17)	(14-18)	(18-23)	(1.8-2.3)
ดินเหนียว	1.25	35	17	18	23	2.3
	(1.20-1.30)	(31-39)	(15-19)	(16-20)	(20-35)	(2.0-3.5)

หมายเหตุ AS : ความถ่วงจำเพาะปรากฏ, FC: ความชื้นชลประทาน (% นน. ดินแห้ง), PW : ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (% นน. ดินแห้ง), PAW(1): ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% โดยน้ำหนักดินแห้ง), PAW(2): ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (% โดยปริมาตร), D: ความสูงของน้ำในดินที่ความลึก 1 ซม.

ความแห้งแล้ง

ประมาณ 98% ของพื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งมักมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีน้อย และการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ และพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ

(Muchovej and Newman, 2004) จึงทำให้อ้อยประสบกับสภาวะการขาดน้ำโดยเฉพาะในช่วงแรกๆของการเจริญเติบโต ผลกระทบจากการขาดน้ำนอกจากจะทำให้ผลผลิตต่ำแล้วยังส่งผลถึงเปอร์เซ็นต์การงอกและการไว้ตอของอ้อย เพราะโดยทั่วไปเกษตรกรจะตัดอ้อยในช่วงแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) ซึ่งมีสภาพอากาศร้อน และแห้งแล้ง ดินมีความชื้นต่ำ ทำให้การงอกของอ้อยตอลดลง (ทักษิณา และคณะ, 2550) แต่ด้วยข้อจำกัดของโรงงานน้ำตาลที่สามารถรับอ้อยเข้าหีบได้ในช่วงเดือนนี้ของทุกปี จึงทำให้เกษตรกรไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

ธงชัย และคณะ (2535) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เนื่องจากการขาดน้ำของอ้อย 4 พันธุ์ เป็นเวลา 3 ปี สรุปได้ว่า ผลกระทบต่ออ้อยอันเนื่องมาจากความแห้งแล้ง คือ ลักษณะความสูง การตอบสนองต่อความแห้งแล้งขึ้นกับพันธุ์อ้อย โดยพันธุ์อู่ทอง 1 และพันธุ์อีเหี่ยวแสดงการทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์ Q 83

2.3 การใช้น้ำของอ้อย

อ้อยจัดเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำในปริมาณสูง เมื่อเทียบกับการปลูกพืชไร่ชนิดอื่นๆ น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของอ้อย การให้น้ำชลประทานแก่อ้อยในปริมาณและในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด การตอบสนองต่อความถี่การให้น้ำบนดินเหนียวชุดราชบุรี จังหวัดชัยนาท การให้น้ำเมื่อค่าการระเหย สะสมครบ 60 และ 90 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำที่เมื่อระยะเวลาให้น้ำห่างออกไป (วันชัยและทักษิณา, 2549) และในชุดดินสตึกจังหวัดขอนแก่น การให้น้ำ ในช่วง แล้งทำให้มีกอตายน้อยลง มีกอคงเหลือมากกว่าที่ไม่ให้น้ำการรักษากออ้อยให้อยู่รอดข้ามช่วงแล้งได้ก็สามารถได้ผลผลิตดีทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 ถ้าสามารถให้น้ำในปริมาณ 60 มิลลิเมตร ในช่วงแล้งที่ค่าการระเหยสะสมครบ 60 มิลลิเมตร อ้อยจะให้ผลผลิตได้ดีทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 หรือถ้ามีน้ำจำกัดการ ให้น้ำบ้าง เมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 120 มิลลิเมตร กออ้อยก็สามารถมีชีวิตรอดเพิ่มขึ้นให้ผลผลิตได้ดีกว่าที่ไม่มีการให้น้ำ แต่ในอ้อยตอ 2 ถึงแม้จะได้รับน้ำจำนวนกอตายก็ยังเพิ่มขึ้นจึงทำให้ผลผลิตลดลงมาก (ทักษิณา และคณะ, 2549)

การตอบสนองของอ้อยต่อการให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆบนชุดดินสตึก พบว่าควรให้น้ำในระยะตั้งตัวและย่างปล้อง ซึ่งมีระยะเวลาการให้น้ำ 170 วัน (วันชัยและทักษิณา, 2549) บนชุดดินสตึก จังหวัดขอนแก่นการขาดน้ำในระยะแตกกอมีผลให้จำนวนลำเก็บเกี่ยวลดลงและทำให้ผลผลิตลดลงจากที่ ได้รับน้ำสมบูรณ์ (ทักษิณาและวันชัย, 2548)

จากการศึกษาการให้น้ำชลประทานระบบน้ำหยดและระบบร่องคู่กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 3 ในชุดดินกำแพงแสน จ.สุพรรณบุรี ในฤดูปลูกอ้อยปี 2547/48 และ 2548/49 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ (12-6-12) พบว่าการให้น้ำชลประทานในปริมาณตามความต้องการน้ำของพืช และปริมาณ

1.25 เท่าของปริมาณความต้องการน้ำของพืชให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของอ้อยสูงกว่าเมื่อเทียบกับการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน และมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยให้ผลผลิตอ้อยปลูกเฉลี่ย 19.75 และ 16.13 ตัน/ไร่ และผลผลิตอ้อยตอ 1 เฉลี่ย 18.69 และ 14.70 ตัน/ไร่ สำหรับการให้น้ำและไม่ให้น้ำ ตามลำดับ (ธรรมนูญและคณะ, 2548) จากผลการทดลองจะเห็นว่าพืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อพืชได้รับน้ำเพิ่ม พืชจึงมีความต้องการดูดใช้ธาตุอาหารในปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงสมควรที่จะทำการศึกษาต่อเพื่อให้ทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชในปริมาณต่างๆ

การหาปริมาณการใช้น้ำของอ้อย

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุด โดยการระเหยน้ำจากพื้นผิวใด ๆ ย่อมขึ้นกับปัจจัย 2 ประการ คือ สมบัติของผิวระเหยน้ำนั้น และสภาพของภูมิอากาศซึ่งกำหนดความต้องการการระเหยน้ำ (evaporative demand) ดังนั้น ถ้าผิวที่มีการระเหยน้ำถูกปรับให้มีลักษณะเป็นมาตรฐาน เช่น ผิวน้ำ หรือแปลงพืชที่ใช้น้ำอย่างสมบูรณ์และมีพืชคลุมเต็มพื้นที่แล้ว การระเหยน้ำจากพื้นผิวดังกล่าวย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านภูมิอากาศเพียงด้านเดียว จึงสามารถใช้ข้อมูลภูมิอากาศ (climatological data) เพื่อทำนายการคายระเหยน้ำได้ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ 3 วิธี คือ

1 ใช้ข้อมูลศักย์การคายระเหยน้ำของพืช หรือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient; Kc) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) กับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแปลงพืชจริง โดยปกติค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ไม่ใช่ค่าคงที่ แต่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยจะเปลี่ยนไปตาม ชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต ฤดูกาล ช่วงเวลาในรอบปี และสถานที่ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ได้มีการรวบรวมไว้แล้วสำหรับพืชแต่ละชนิดในแต่ละช่วงอายุ เช่น ข้าว อ้อย ผัก พืชล้มลุก และพืชไร่ โดย ดิเรก และคณะ (2545)

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) มีประโยชน์ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) ดังนี้

จาก $Kc = ETc / ETp$

สามารถคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) ดังนี้

$$ETc = Kc.\ ETp$$

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration) หรือ potential evapotranspiration; ETp) หมายถึง ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงพืชมาตรฐานหรือพืชอ้างอิง ได้แก่ แปลงหญ้าหรืออัลฟัลฟาที่ปกคลุมดินตลอดปีและได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดเวลา และมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหย และการคายน้ำของพืชต้องกระทบจากอิทธิพลภายนอก เช่น การพัดผ่านของลม เพื่อต้องการให้ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้างแต่เพียงอย่างเดียว นอกจากการวัดจากพืชโดยตรงแล้ว ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) ยังสามารถคำนวณได้จากสภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลา และสถานที่ที่ใช้ทดลอง หรือ สถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไปใช้งาน ซึ่ง ดิเรก และคณะ (2545) ได้รวบรวมปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) ในจังหวัดต่าง ๆ โดยกระจายเป็นรายเดือน จากข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรอบ 25 ปี ไว้แล้ว

2 โดยใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยแบบเอ (Kp) และปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (Epan) ซึ่งอ่านค่าโดยตรงจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งในแปลงพืช ในกรณีนี้สามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืช จากสมการ

$$ETc = Kp.\ Epan.\ Kc$$

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช
Kp = สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบ เอ
Epan = ปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบ เอ
Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

3 โดยใช้ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (Epan) และสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยเบ็ดเสร็จแบบเอ (K′p) สามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืช จากสมการ

$$ETc = K'p.\ Epan.\ Kc$$

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช
K′p = สัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยเบ็ดเสร็จแบบ เอ
Epan = ปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบ เอ
Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะ

สามารถทำได้ง่ายโดยไม่ต้องมีเครื่องมือวัดหรือถาดวัดการระเหยของน้ำ แต่ใช้ข้อมูลที่มีการศึกษามาแล้วในแต่ละพื้นที่ ทำให้สะดวกและรวดเร็ว

จากตารางสัมประสิทธิ์การให้น้ำของอ้อย พบว่าช่วงเดือนแรกของการเจริญเติบโตของอ้อย ค่า Kc จะมีค่าต่ำ และเพิ่มขึ้นเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และลดลงเมื่ออ้อยเริ่มสะสมน้ำตาล และหยุดการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น แสดงว่าค่า Kc ขึ้นกับอายุของพืช

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (crop coefficient; Kc)

เดือนที่	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (crop coefficient; Kc)						
	Modified Penman	Blaney-Criddle	Pan Method	Thornthwaite	Hargreaves	Radiation	Penman-Monteith
1	0.47	0.56	0.56	0.56	0.60	0.53	0.65
2	0.68	0.83	0.84	0.71	0.83	0.80	0.86
3	0.85	1.04	0.94	0.88	1.00	1.04	1.13
4	1.03	1.28	1.27	1.06	1.16	1.21	1.35
5	1.20	1.54	1.73	1.18	1.35	1.41	1.56
6	1.00	1.17	1.50	1.14	1.19	1.06	1.29
7	0.86	0.98	1.23	0.80	1.16	0.96	1.20
8	0.65	0.68	0.74	0.93	0.88	0.63	0.93
9	0.50	0.57	0.48	0.53	0.55	0.53	0.63
10	0.42	0.53	0.45	0.44	0.48	0.48	0.52
เฉลี่ย	0.76	0.90	0.92	0.82	0.91	0.85	1.01

ที่มา : กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน, 2555

ตารางที่ 5 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) โดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
หนองคาย	3.1	3.8	4.6	4.6	4.0	3.6	3.5	3.4	3.5	3.6	3.3	3.0
เลย	3.3	4.1	4.8	5.1	4.4	4.1	3.7	3.6	3.6	3.6	3.2	3.0
-สถานฯเกษตร เลย	3.2	4.0	4.7	4.8	4.2	3.9	3.9	3.4	3.8	3.5	3.4	3.0
อุดรธานี	3.3	4.1	4.9	5.2	4.6	4.1	3.7	3.6	3.6	3.7	3.7	3.2
สกลนคร	3.4	4.1	4.9	5.0	4.4	4.0	3.6	3.4	3.9	3.9	3.6	3.3
-สถานฯเกษตร สกลนคร	3.1	3.8	4.5	5.0	4.4	4.3	3.9	3.7	4.0	3.8	3.4	3.1
นครพนม	3.3	3.9	4.3	4.5	4.0	3.5	3.4	3.3	3.5	3.6	3.6	3.2
-สถานฯเกษตร นครพนม	3.5	4.0	4.5	5.0	4.3	4.3	3.8	3.3	3.8	3.6	3.6	3.3
ขอนแก่น	3.7	4.2	5.1	5.0	4.7	4.3	3.9	3.7	3.6	3.8	3.8	3.6
-สถานฯเกษตร ท่าพระ	3.2	3.8	4.5	4.8	4.3	3.9	3.9	3.4	3.5	3.6	3.5	3.2
มุกดาหาร	3.7	4.2	5.0	5.2	4.1	3.6	3.6	3.4	3.6	3.8	4.0	3.5
มหาสารคาม	3.6	4.2	4.7	5.2	4.6	4.2	3.8	3.6	3.6	3.8	3.8	3.6
กาฬสินธิ์	4.2	4.9	5.4	5.5	4.8	4.3	4.2	3.7	3.7	4.1	4.3	4.1
ชัยภูมิ	3.6	4.2	5.0	5.1	4.5	4.1	3.8	3.6	3.6	3.8	3.9	3.5
ร้อยเอ็ด	3.5	4.1	4.7	4.8	4.2	3.9	3.8	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5
-สถานฯเกษตร ร้อยเอ็ด	4.0	4.4	4.9	5.3	4.6	4.6	4.2	3.9	3.6	3.8	4.1	3.9
อุบลราชธานี	4.0	4.5	4.9	5.0	4.5	4.0	3.9	3.7	3.4	3.7	4.2	4.2
สถานฯเกษตรอุบลราชธานี	3.6	3.7	4.2	4.1	3.7	3.6	3.6	2.9	3.2	3.3	3.6	3.4
ศีรสะเกษ	.-	.-	.-	.-	.-	.-	.-	.-	.-	.-	.-	.-
-สถานฯเกษตร ศีรสะเกษ	3.4	3.9	4.6	4.8	4.4	4.4	4.2	3.7	3.9	3.6	3.8	3.5
นครราชสีมา	3.4	4.0	4.4	4.6	4.2	4.0	3.9	3.8	3.4	3.4	3.5	3.4
-สถานฯเกษตร ปากช่อง	4.7	4.7	5.0	4.8	4.2	4.5	4.3	4.0	3.4	3.5	4.4	4.5
โชคชัย	3.5	4.2	4.7	4.7	4.1	4.2	3.8	3.7	3.3	3.6	3.6	3.4
สุรินทร์	3.8	4.4	4.8	4.9	4.2	4.1	3.7	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8
-สถานฯเกษตร สุรินทร์	3.5	4.0	4.4	4.6	4.0	4.0	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.4
ท่าตูม	3.5	4.2	4.8	5.0	4.4	4.0	4.0	3.5	3.6	3.7	3.9	3.6
บุรีรัมย์	4.2	4.8	5.3	5.5	4.7	4.7	4.1	3.7	3.6	3.9	4.1	4.0
นางรอง	3.6	4.2	4.8	4.9	4.4	4.0	3.9	3.6	3.6	3.8	3.9	3.6

2.4 การให้น้ำในระบบน้ำหยด

ระบบให้น้ำแบบหยด (Drip Irrigation) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นเขตแห้งแล้งใช้สำหรับการปลูกพืชเกือบทุกชนิด หลักการของการใช้น้ำหยด คือให้ความชื้นแก่ดินในรูปของกรวยตัดแล้วให้รากพืชเจริญเติบโต อยู่ภายในกรวยของความชื้นนั้น โดยรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับความชื้นชลประทาน (Field Capacity) ตลอดเวลา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการให้น้ำแก่พืชหลายชนิดช่วยให้สามารถประหยัดน้ำได้เป็นอย่างดี วิธีนี้เป็นที่นิยมทั่วไปและจะมีบทบาทมากขึ้นในอนาคตโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำและแรงงานในการให้น้ำ

การให้น้ำหยดใต้ผิวดิน (Sub-surface Drip Irrigation) เป็นการให้น้ำแก่พืชโดยอาศัยหลักการยกระดับน้ำใต้ดินให้เข้าสู่เขตรากซึ่งอาจเป็นการให้น้ำโดยใช้ระบบท่อใต้ผิวดิน ซึ่งการให้ใต้ผิวดิน มีข้อดีคือ ช่วยลดการสูญเสียน้ำจากการระเหยของน้ำ และสะดวกในการจัดการดูแลรักษา เช่น การปลูกใหม่ การกำจัดวัชพืชระหว่างแถวไม่จำเป็นต้องรื้อถอนระบบน้ำ และมีการศึกษาพบว่ามีผลตอบแทนที่คุ้มค่าในพืชหลายชนิด (Ayars etal, 1999) แต่จุดอ่อนของการใช้ระบบให้น้ำใต้ผิวดิน คือ การที่รากชอนไชเข้าไปในระบบให้น้ำ แต่ สามารถป้องกันได้โดยใช้ phosphoric acid ที่ความเข้มข้น 13-15 mg/L (Horwell etal, 1997)

ในประเทศไทยมีการประยุกต์วิธีการให้น้ำใต้ผิวดินในไร่อ้อย ซึ่งระบบน้ำหยดแบบฝังใต้ดินมีคุณสมบัติที่ดี ต่อต้นอ้อยและเกษตรกรในหลายๆด้านๆ คือ เพิ่มผลผลิตอ้อยให้สูงขึ้น เพราะได้รับธาตุอาหารอย่างพอเพียงต่อความต้องการสามารถไว้ตอได้นานขึ้น เนื่องจากเมื่อตัดอ้อยไปแล้วสามารถให้น้ำ และปุ๋ย อย่างต่อเนื่องเพื่อฤดูปลูกต่อไปได้และระบบน้ำใต้ดินมีอายุ การใช้งานได้หลายปี เพิ่มค่าความหวาน (% CCS) เนื่องจากได้รับธาตุอาหารที่ครบถ้วน และในปริมาณที่พอเหมาะประหยัดน้ำและปุ๋ย เพราะใช้น้ำน้อยกว่า และสามารถให้ปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำได้ และทำให้การจัดการในไร่อ้อยสะดวกขึ้นเพราะสามารถนำเครื่องจักรเข้าไปใช้งานในแปลงได้ นอกจากนี้ยังป้องกันการเจริญเติบโตของวัชพืชต่างๆ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายเรื่องสารเคมีปราบวัชพืช ป้องกันการกัดเซาะผิวหน้าดินและการกระจายตัวขึ้นของดินเค็มในพื้นที่วงเปียก (เนต้าฟิม, มปป)

ข้อดีของระบบน้ำหยด

1. มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง เมื่อเทียบกับการให้น้ำโดยวิธีอื่น ๆ
2. ใช้ได้กับพื้นที่ทุกประเภทไม่ว่าดินร่วน ดินทราย หรือดินเหนียว
3. สามารถใช้กับพืชประเภทต่างๆ ได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นพืชที่ต้องการน้ำขัง
4. เหมาะสำหรับพื้นที่ขาดแคลนน้ำ ต้องการใช้น้ำอย่างประหยัด
5. ช่วยให้พืชมีรากฝอยเพิ่มขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้น้ำและธาตุอาหารได้ดี มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Anitta et al, 2013)

6. ใช้แรงงานในการให้น้ำน้อย และสามารถให้ปุ๋ย สารเคมีอื่น ๆ เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ไปพร้อมกับระบบน้ำได้ ซึ่งนอกจากจะประหยัดเวลาในการให้น้ำ ใส่ปุ๋ย และกำจัดวัชพืชแล้วยังเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชได้มากกว่า 75 % อีกด้วย (Thomas et al., 2003)

7. สามารถควบคุมปริมาณน้ำและปุ๋ยได้พอดีกับปริมาณที่พืชต้องการ

ข้อจำกัดของระบบน้ำหยด

1. อุปกรณ์ให้น้ำโดยวิธีนี้มีราคาสูง กลไกซับซ้อน ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์ส่วนต่างๆ และการบำรุงรักษา ตลอดจนต้องขยันตรวจสอบ เผื่อมีการรั่วซึม เสียหาย จึงจะใช้วิธีการให้น้ำโดยวิธีนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ถ้าน้ำไม่สะอาดจะอุดตันได้ง่าย ใช้งานได้ไม่นาน

3. มักพบแมลง หรือสัตว์ กัดทำลาย

2.5 การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (Fertigation) คือ การให้ปุ๋ยโดยผสมปุ๋ยที่สามารถละลายน้ำได้หมดลงไปใน ระบบน้ำซึ่งเมื่อพืชดูดน้ำไปใช้ก็จะมีการดูดธาตุอาหารขึ้นไปด้วยเป็นการให้ทั้งน้ำและปุ๋ยไปพร้อมกันในเวลาและบริเวณที่พืชต้องการ สามารถลดแรงงานในการให้ปุ๋ย ลดการชะล้างปุ๋ยเลยเขตรากพืช การแพร่กระจายปุ๋ยสม่ำเสมอบริเวณที่รากพืชอยู่ (มนตรี, 2538) ระบบน้ำที่สามารถให้ปุ๋ยร่วมในระบบจะต้องเป็นการให้น้ำแบบ ประหยัดคือ ระบบน้ำหยด หรือ mini sprinkler การให้ปุ๋ยในระบบน้ำเป็นการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (ทองดี, 2540) เพราะจำกัดอัตราการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างปุ๋ยลึกลงไปเกินกว่าระดับราก และมีการกระจายตัวของปุ๋ยสม่ำเสมอ สามารถลดแรงงานการให้ปุ๋ย และถ้ามีการลงทุนระบบน้ำอยู่แล้วก็ควรมีการให้ปุ๋ยของระบบน้ำไปพร้อมกัน เพราะมีการเพิ่มการลงทุนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่มีผลดีหลายด้านคือ สามารถลดแรงงานการให้ปุ๋ยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้ 10-50% ลดอันตรายจากการเค็มของปุ๋ยที่ให้ทางดิน ไม่ต้องนำรถเข้าไปใส่ปุ๋ยแปลงพืช ลดอัตราการแน่นของดิน (ยงยุทธ, 2546) สามารถปรับสูตรปุ๋ยได้รวดเร็วทันความต้องการของพืช สามารถใช้ปุ๋ยธาตุอาหารจุลธาตุลงไปในระบบน้ำในรูปของเกลือละลายน้ำง่ายเช่น $ZnSO_4$ $MnSO_4$ และ $CuSO_4$ ทำให้ประหยัดการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ แต่ข้อเสียการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำคือ ปุ๋ยต้องละลายน้ำหมด และมีความบริสุทธิ์สูง ส่วนใหญ่จะมีราคาแพง แต่ถ้าสามารถผสมปุ๋ยเองจากแม่ปุ๋ย ซึ่งปัจจุบันหาซื้อได้ง่ายขึ้น ก็จะสามารถทำให้ปุ๋ยราคาถูกลง แต่ผู้ที่จะทำได้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของปุ๋ยเป็นอย่างดี นอกจากนั้นแล้วจะต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติของดิน และน้ำเพราะคุณสมบัติของดิน และน้ำเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิด ปัญหาในระบบการให้ปุ๋ยทางน้ำ การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (fertigation) จะให้ผลดีคุ้มค่าหรือไม่มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ โดยเฉพาะประเภทของระบบการให้น้ำที่จะมีการใช้ปุ๋ยควบคู่กันไป ชนิดปุ๋ยเคมีที่จะใช้ ชนิด

ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทเนื้อดิน คุณภาพของน้ำชลประทาน ชนิดพืชและวิธีการปลูกพืช เป็นต้น (ปิยะ, 2538)

ข้อดีของการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ

1. สามารถปรับสูตร และความเข้มข้นของปุ๋ยได้ทันที และรวดเร็ว ตามความต้องการของพืช และสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีการให้ปุ๋ยครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้ง จึงไม่ค่อยสะสมในดิน ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนสูตร หรือสัดส่วนของปุ๋ย พืชก็จะตอบสนองได้เร็วกว่าวิธีการที่ให้ครั้งละมากๆ ลงในดิน

2. เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้ 10-50 % (อิทธิสุนทร, 2550) เนื่องจากการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ จะช่วยลดการชะล้างโดยเฉพาะไนโตรเจน และเป็นการให้ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณรากพืช

3. ประหยัดปุ๋ย เพราะเป็นวิธีการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูง โดยพืชจะได้รับปุ๋ยมากกว่าวิธีการให้แบบอื่น นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียเนื่องจากการตกค้างในดิน การสูญเสียเนื่องจากการชะล้างปุ๋ยออกไปเลยเขตรากพืช ลดการสูญเสียเนื่องจากการขนส่งปุ๋ยเข้าไปในแปลงปลูกพืช และลดปัญหาการถูกชะล้างเมื่อฝนตกหลังจากการให้ปุ๋ยไปแล้ว

4. ลดแรงงานในการให้ปุ๋ย เนื่องจากปุ๋ยไปกับน้ำ การใส่ปุ๋ยโดยใช้แรงคนเป็นงานหนัก ต้องอาศัยแรงงานค่อนข้างมาก และการให้ปุ๋ยมักไม่ค่อยทั่วถึง หากใช้เครื่องจักรใส่ปุ๋ยค่าลงทุนค่อนข้างสูงอาจทำให้เกิดการอัดตัวแน่นของดินได้ การให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำพืช นอกจากสะดวกในการให้ปุ๋ยแล้วยังสามารถให้บ่อยครั้งได้ตามความเหมาะสม

5. สามารถให้ปุ๋ยตามปริมาณและความต้องการของพืชได้ ซึ่งสามารถกำหนดปริมาณและสัดส่วนปุ๋ยที่แน่นอนในการให้แต่ละครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มธาตุอาหารบางชนิดที่พืชต้องการเพียงเล็กน้อยเพื่อการเจริญเติบโต โดยผสมลงในสารละลายปุ๋ยที่จะให้แก่พืช ซึ่งการให้ปุ๋ยแก่พืชโดยวิธีอื่นทำไม่ได้

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้วิธีให้ปุ๋ยในระบบน้ำ

1. ปุ๋ยที่ใช้ต้องละลายน้ำหมดและมีความบริสุทธิ์สูง จึงมีราคาแพง และถ้าจะผสมปุ๋ยใช้เองซึ่งมีราคาถูกกว่าปุ๋ยสำเร็จรูปมาก ต้องใช้แม่ปุ๋ยทำให้หาซื้อได้ยาก

2. ต้องมีความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของดิน ปุ๋ย และน้ำที่ใช้ เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดไม่สามารถผสมด้วยกันได้ที่ความเข้มข้นสูง ๆ นอกจากนี้ผลของเกลือที่ละลายอยู่เดิมในน้ำและค่า pH ของน้ำก็จะมีผลต่อการละลายของปุ๋ยบางชนิด และมีผลต่อการตกตะกอนของปุ๋ยด้วย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำควรมีการหาความรู้ในส่วนนี้

3. ค่าติดตั้งระบบขั้นต้นมีราคาสูงในที่นี้หมายรวมถึงระบบการให้น้ำด้วย คือ อาจเป็นแบบน้ำหยด หรือ แบบ Mini sprinkle ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียอยู่แล้วส่วนอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้

ปุ๋ยในระบบน้ำเมื่อเทียบกับทั้งระบบถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่เพิ่มเติมขึ้นมาน้อยมาก ดังนั้นหากมีการเดินระบบให้น้ำอยู่แล้วควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบให้ปุ๋ยในระบบน้ำเพิ่มเข้าไปด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน และการให้ปุ๋ยต่อการให้ผลผลิต และคุณภาพของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ 2 ดำเนินการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ. นครราชสีมา เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2553

พันธุ์อ้อยที่ใช้วิจัย คือพันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นผลงานการปรับปรุงพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร มีลักษณะเด่นคือ ผลผลิตสูง แตกกอดี ลำต้นสูง ปรับตัวได้ดี และสามารถปลูกได้เกือบทุกภาค ความหวานสูง ทนทานต่อโรคและแมลง เช่น โรคแส้ดำ โรคใบขาว โรคเหี่ยวเน่าแดง หนอนกอ หนอนเจาะยอด และหนอนเจาะลำต้น

3.1 แผนการทดลอง

เนื่องจากปัญหาการให้น้ำและการจัดการควบคุมน้ำจึงต้องแยกการทดลองออกเป็น 4 สภาพการการให้น้ำโดยให้มีพื้นที่และดินของแปลงทดลองเหมือนกันและวางแผนการทดลอง ตลอดจน กำหนดกรรมวิธีการทดลองที่เหมือนกันเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกัน (Combine Analysis) ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวิธีการให้น้ำวัสดุปรับปรุงดิน และการให้ปุ๋ย โดยมี 4 วิธีการให้น้ำดังนี้

1.สภาพน้ำฝน (ไม่ให้น้ำ)

2.สภาพการให้น้ำตามร่อง

3.การให้น้ำหยดบนดิน

4.การให้น้ำหยดใต้ดิน

โดยในแต่ละสภาพการให้น้ำ วางแผนการทดลองแบบ split plot ใน Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 12 ตำรับการทดลอง ดังต่อไปนี้

Main plot คือ การใส่วัสดุปรับปรุงดิน มี 3 ระดับ

- ไม่ใช้วัสดุปรับปรุงดิน
- ใส่ขุยมะพร้าว อัตรา 3 ตัน/ไร่
- ใส่ขี้เถ้าแกลบ อัตรา 3 ตัน/ไร่

Sub plot คือ วิธีการให้ปุ๋ย มี 4 ระดับ

- ใส่ปุ๋ย NPK ตามประเภทของเนื้อดิน
- ใส่ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน
- ใส่ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับธาตุอาหารรอง
- ใส่ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม

3.2 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่อ้อยปลูก และต่อเนื่องไปจนถึงอ้อยตอที่ 2 โดยการให้น้ำและปุ๋ยเคมีเหมือนกันทุกปี สำหรับวัสดุปรับปรุงดินใส่ในปีแรกเท่านั้น โดยมีการใส่ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบในร่องปลูกอ้อย

3.2.1 การเตรียมดินและปลูก

การเตรียมดินโดยการไถพลิกหน้าดินด้วยผาน 3 ตากดินเพื่อฆ่าเชื้อโรค และกำจัดวัชพืช จากนั้นไถพรวนด้วยผาน 7 และยกร่องปลูก (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2547) โดยให้มีระยะห่างระหว่างร่อง 1.2 เมตร ลึก 0.40 เมตร ปลูกอ้อยในร่องปลูก โดยใช้ท่อนพันธุ์ 2 ตา/ท่อน จำนวน 2 ท่อน /หลุม ใช้ระยะปลูก 1.2x0.5 เมตร ในแต่ละแปลงย่อยมี 4 แถว แต่ละแถวยาว 8 เมตร ปีแรกทำการปลูกวันที่ 29 เมษายน 2553 ทำการเก็บผลผลิตอ้อยปลูกในเดือนมีนาคมของปีถัดไป ส่วนอ้อยต่อ 1และตอที่ 2 ในเดือนกุมภาพันธ์และมกราคมของปีต่อๆไป หลังการเก็บผลผลิต ทำการตัดต่ออ้อยจนชิดผิวดินในทุกแปลง

ภาพที่ 1 การเตรียมท่อนพันธุ์อ้อยขอนแก่น 3 สำหรับปลูก

ภาพที่ 2 การใส่ขุยมะพร้าว ในร่องอ้อย และการวางท่อนพันธุ์ในการปลูกอ้อย

3.2.2 การให้น้ำ

แปลงน้ำหยดบนดิน และน้ำหยดใต้ดิน ทำการวางระบบน้ำหยดโดยใช้เทปน้ำหยดที่มีระยะห่างระหว่างหัวน้ำหยด 30 ซม. และมีอัตราการไหล 2 ลิตร/ชม. จำนวน 1เส้น/แถว ระบบน้ำหยดใต้ดินจะฝังที่ความลึก 15-20 ซม.ข้างแถวอ้อย

ทำการให้น้ำตามปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) โดยคำนวณจากค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) โดยปริมาณการให้น้ำในแต่ละครั้งจะคำนวณให้จนถึงจุด Field Capacity ของดินที่ความลึก 30 ซม. และการให้น้ำครั้งถัดไปจะปล่อยให้พืชได้ใช้น้ำครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (Available water holding capacity, AWHC) หากมีฝนตกจะงดการให้น้ำหรือลดปริมาณการให้น้ำให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการ โดยความต้องการน้ำของอ้อย และปริมาณการให้น้ำแสดงในตารางที่ 6-8

ในแปลงให้น้ำตามร่อง ทำการต่อท่อส่งน้ำไปยังแปลง และให้น้ำโดยปล่อยจากท่อน้ำจากหัวร่องและไหลไปตามร่องจนกระทั่งมีความชื้นของดินลึกประมาณ 30 ซม.ตลอดร่องปลูก ซึ่งจากการทดสอบในครั้งแรกพบว่าต้องให้น้ำสูงกว่าแปลงน้ำหยดประมาณ 1.5 เท่า ดังนั้นในการให้น้ำตามร่องครั้งต่อไป จึงให้โดยใช้ความถี่ของการให้น้ำเหมือนกันกับระบบน้ำหยดแต่เพิ่มปริมาณน้ำเป็น 1.5 เท่าของการให้น้ำในระบบน้ำหยด ดังแสดงในตารางที่ 6-8

ตารางที่ 6 ความต้องการน้ำของอ้อยปลูก ปี 53/54 (ETc = ETpxKc)

ข้อมูล	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	รวม
ETp	4.64	4.2	3.95	3.89	3.79	3.36	3.42	3.5	3.4	3.4	-
Kc	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.20	0.93	0.63	0.52	-
ETc (มม./วัน)	3.02	3.61	4.46	5.25	5.91	4.33	4.10	3.26	2.15	1.75	-
ETC (มม./เดือน)	90	112	134	163	183	130	127	98	67	54	1,159
ปริมาณน้ำฝน ปี 53/54	25.6	65.5	137.7	327.5	165.9	310.4	335.9	5.0	0.0	0.0	1,374
ปริมาณน้ำที่ให้เสริม (มม./เดือน)	64.9	46.5	-	-	18.0	-	-	50.0	66.6	54.3	232
ปริมาณน้ำที่ให้แปลงน้ำหยดบนดิน และใต้ดิน (ลบ.ม./ไร่/เดือน)	104	74	-	-	-	-	-	-	107	87	480
ปริมาณน้ำที่ให้ตามร่อง (ลบ.ม./ไร่/เดือน)	156	111	-	-	-	-	-	-	160	130	744

ตารางที่ 7 ความต้องการน้ำของอ้อยตอ 1 ปี 54/55 (ETc = ETpxKc)

ข้อมูล	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ETp	4.4	4.6	4.2	3.95	3.89	3.79	3.36	3.42	3.51	3.4	-
Kc	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.20	0.93	0.63	0.52	-
ETc (มม./วัน)	2.85	3.99	4.75	5.33	6.07	4.89	4.03	3.18	2.21	1.77	-
ETC (มม./เดือน)	88	120	147	160	188	152	121	99	66	55	1,196
ปริมาณน้ำฝน ปี 54/55	25.9	25.6	65.5	137.7	327.5	165.9	310.4	335.9	5.0	0.0	1,399
ปริมาณน้ำที่ให้เสริม (มม./เดือน)	62.6	94.1	81.6	22.3	-	-	-	-	-	55.0	316
ปริมาณน้ำที่ให้แปลงน้ำหยดบนดิน และใต้ดิน (ลบ.ม./ไร่/เดือน)	100	151	131	36	-	-	-	-	-	88	505
ปริมาณน้ำที่ให้ตามร่อง (ลบ.ม./ไร่/เดือน)	150	226	196	54	-	-	-	-	-	132	757

ตารางที่ 8 ความต้องการน้ำของอ้อยตอ 2 ปี 55/56 (ETc = ETpxKc)

ข้อมูล	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	รวม
ETp	4.0	4.4	4.64	4.2	3.95	3.89	3.79	3.36	3.42	3.5	-
Kc	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.20	0.93	0.63	0.52	-
ETc (มม./วัน)	2.57	3.78	5.24	5.67	6.16	5.02	4.55	3.12	2.15	1.83	-
ETC (มม./เดือน)	80	113	163	170	191	156	136	97	65	57	1,227
ปริมาณน้ำฝน ปี 55/56	2.5	46.0	205.2	132.2	154.0	137.0	171.5	191.4	79.7	51.3	1,171
ปริมาณน้ำที่ให้เสริม (มม./เดือน)	77.1	67.3	-	37.9	37.0	19.0	-	-	-	5.3	244
ปริมาณน้ำที่ให้แปลงน้ำหยดบนดิน และใต้ดิน (ลบ.ม./ไร่/เดือน)	123	108	-	61	-	-	-	-	-	8	390
ปริมาณน้ำตามร่อง (ลบ.ม./ไร่/เดือน)	184	162	-	91	-	-	-	-	-	12	585

ภาพที่ 3 มิเตอร์วัดปริมาณน้ำ และการให้น้ำโดยระบบน้ำตามร่อง

ภาพที่ 4 การวางระบบน้ำหยด และระบบปุ๋ยทางระบบน้ำ

3.2.3 การให้ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยตามตำรับการทดลองที่กำหนดโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การใส่ปุ๋ยทางดิน ในการทดลองที่ 1 และ 2 (ไม่ให้น้ำและการให้น้ำตามร่อง)

การให้ปุ๋ยตามประเภทเนื้อดินใช้ตามคำแนะนำเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) สำหรับอ้อย (กรมวิชาการเกษตร) ซึ่งใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ครั้งแรกรองก้นร่องพร้อมปลูก อัตรา 20 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 3 เดือน อัตรา 60 กก./ไร่ สำหรับอ้อยตอ หลังตัดแต่งตอใส่ปุ๋ย 46-0-0 เพิ่มอัตรา 10 กก./ไร่

การให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยสูตร 12-6-12 (ตารางที่ 9) ครั้งแรกรองก้นร่องพร้อมปลูก อัตรา 50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 3 เดือน อัตรา 50 กก./ไร่ และอ้อยตอ หลังตัดแต่งตอเพิ่มปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ เช่นเดียวกัน สำหรับธาตุอารองใส่ในอัตรา Ca =10, Mg= 6 และ S = 8 กก./ไร่

การให้ปุ๋ยทางดิน ใช้การผสมปุ๋ยจากแม่ปุ๋ย 46-0-0, 0-0-60, 18-46-0, แคลเซียมไนเตรท และแมกนีเซียมซัลเฟต (ในวิธีการที่ใส่ธาตุอาหารรอง)

2) การให้ปุ๋ยทางน้ำ (Fertigation) ในการทดลองที่ 3 และ 4 (การให้น้ำหยดใต้ดินและบนดิน) โดยใช้ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรวมเท่ากับการให้ปุ๋ยทางดินในแต่ละกรรมวิธี แต่แบ่งให้ 8 ครั้งๆละเท่าๆกัน โดยเริ่มให้ครั้งแรกเมื่ออ้อยมีอายุ 1 เดือน และครั้งต่อไปห่างกัน 1-2 สัปดาห์

การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ใช้การผสมปุ๋ยจากแม่ปุ๋ย 46-0-0, 0-0-60, 12-60-0 แคลเซียมไนเตรท และ แมกนีเซียมซัลเฟต

3) การใส่ธาตุอาหารเสริมทั้งแปลงทดลองที่ให้น้ำ และไม่ให้น้ำ ให้ธาตุอาหารเสริมโดยฉีดพ่นทางใบ โดยใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารรวม (Fe 1.90%, Zn 1.90%, Mn 1.94%, Cu 2.08%, B 2.17% Mo

0.24%) ในอัตรา 5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้เปียกทั่วทั้งทรงพุ่ม ครั้งแรกเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน และฉีดพ่นทุก 2 สัปดาห์ จำนวน 4 ครั้ง

ตารางที่ 9 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของอ้อย สถาบันวิจัยพืชไร่ (2544) และ ทักษิณา (2556)

ธาตุอาหาร	ค่าวิเคราะห์ดิน	ระดับ	อัตราปุ๋ยแนะนำ (กก./ไร่)
อินทรียวัตถุ (%)	น้อยกว่า 1	ต่ำ	18 N
(ดินสีน้ำตาล-ดำ)	1-2	ปานกลาง	12 N
	มากกว่า 2	สูง	6 N
อินทรียวัตถุ (%)	น้อยกว่า 1	ต่ำ	9 N
(ดินสีแดง)	1-2	ปานกลาง	6 N
	มากกว่า 2	สูง	6 N
ฟอสฟอรัสที่เป็น ประโยชน์	น้อยกว่า 7	ต่ำ	9 P_2O_5
(ppm)	7-30	ปานกลาง	6 P_2O_5
	มากกว่า 30	สูง	3 P_2O_5
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	น้อยกว่า 30	ต่ำ	18 K_2O
(ppm)	30-90	ปานกลาง	12 K_2O
	มากกว่า 90	สูง	6 K_2O

3.3 การบันทึกข้อมูล

3.3.1 วิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนและหลังปลูก ดังนี้

1) วิเคราะห์ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ด้วยเครื่อง pH meter

2) วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) โดยใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 5 ด้วยเครื่อง Electrical Conductivity Meter

3) วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ด้วยวิธี Walkley and Black (Black, 1965) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ด้วยวิธี Bray II (Bray et al., 1945)

4) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Ca และ Mg) โดยสกัดดินด้วย NH_4OAC เข้มข้น 1.0 M วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Jones, 2001)

5) วิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง (available Fe, Mn, Cu และ Zn) สกัดดินด้วย DTPA วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Lindsay et al., 1978)

คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง แสดงในตารางที่ 10 ซึ่งดินที่ใช้ในการทดลองจัดเป็นเนื้อดินร่วนเหนียวปนทราย เป็นดินชุดจัตุรัสที่ (Chatturat soil series: Ct, Fine, mixed, active isohyperthermic Typic

Haplustalfs) ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีค่า pH 6.03 อินทรียวัตถุปานกลาง (1.98%) available P (9.47 มก./กก.) มีค่าปานกลาง exchangeable K (62.0 มก./กก.) มีค่าปานกลาง exchangeable Ca (1,340 มก./กก.) มีค่าปานกลาง exchangeable Mg (88.34 มก./กก.) มีค่าต่ำ available Fe (13.38 มก./กก.) มีค่าปานกลาง available Mn (7.03 มก./กก.) มีค่าต่ำ available Cu (0.23 มก./กก.) มีค่าต่ำ available Zn (0.71 มก./กก.) มีค่าต่ำ ส่วนปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (available water holding capacity) มีค่าเท่ากับ 12.22% โดยปริมาตร

ส่วนคุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดินแสดงในตารางที่ 11 โดยวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองมี 2 ชนิด คือ ขุยมะพร้าวและขี้เถ้าแกลบ ซึ่งเมื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่า pH, EC, total N ,total P และ total K รวมทั้งค่า organic matter, organic carbon และC:N พบว่าวัสดุทั้ง 2 ชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยขี้เถ้าแกลบมีคุณสมบัติเป็นด่าง ในขณะที่ขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติเป็นกรด และขุยมะพร้าวมีอินทรียวัตถุ รวมทั้งธาตุอาหารส่วนใหญ่สูงกว่าขี้เถ้าแกลบ

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูกอ้อย

คุณสมบัติของดิน		**ค่าวิเคราะห์**	**ค่าที่เหมาะสม (กรมวิชาการเกษตร, 2544)**
pH		6.03	5.6-7.3
EC	(เดซิซีเมนส์./ม.)	120	-
Organic matter	(%)	1.98	1.5-2.5
Available P	(มก. /กก.)	9.47	10-20
Exchangeable K	(มก. /กก.)	62	80-150
Exchangeable Ca	(มก. /กก.)	1340	215-487
Exchangeable Mg	(มก. /กก.)	88.34	29-73
Available Fe	(มก. /กก.)	13.38	-
Available Mn	(มก. /กก.)	7.03	-
Available Cu	(มก. /กก.)	0.23	>0.2
Available Zn	(มก. /กก.)	0.71	>0.6
Field capacity	(% V)	26.42	-
Permanent wilting Point (%V)		14.20	-
Available water holding capacity (%V)		12.22	-

ตารางที่ 11 คุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติ	ขุยมะพร้าว	ขี้เถ้าแกลบ
pH	6.01	9.79
EC (ไมโครซีเมนต์/ซม.)	1,417	293
N (%)	0.36	0.08
P (%)	0.034	0.109
K (%)	1.889	0.710
Organic matter (%)	59.68	6.02
Organic carbon (%)	34.7	3.5
C:N	96:1	44:1

3.3.2 ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตอ้อย

เก็บข้อมูลจากตัวอย่างอ้อยในแต่ละแปลงทดลองย่อยตามมาตรฐานการทดลองและการบันทึกข้อมูลพืชไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2540 ; กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, 2544) ดังนี้

1) เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยปลูก: เมื่ออ้อยอายุได้ 1 เดือน สุ่มนับจำนวนหน่อที่เกิด ในแต่ละแถวจากอ้อย 2 แถวกลาง แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละจากจำนวนตาอ้อยที่ปลูก

2) ความสูง: วัดจากอ้อยลำหลัก จากโคนถึงจุดหักธรรมชาติ (Natural Breaking Point :NBP) หรือ คอใบสุดท้ายที่มองเห็น (Top Visible Dewlap: TVD) โดยสุ่มวัดจาก 5 กอ จากอ้อย 2 แถวกลาง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยวัดก่อนการเก็บเกี่ยว

3) น้ำหนักลำ (กก./ลำ): สุ่มจากอ้อย 10 ลำ จาก 2 แถวกลาง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ลำ

4) จำนวนลำ (ลำ/ไร่): ตรวจนับจำนวนลำทั้งหมดที่ตัดได้จาก 2 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย และคำนวณเป็นจำนวนลำ/ไร่

5) ผลผลิต (ตัน/ไร่): เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 11 เดือน โดยเก็บจาก 2 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ชั่งน้ำหนักรวมแล้ว แล้วคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่

3.3.3 คุณภาพผลผลิต

การวัดค่า CCS ทำในอ้อยปลูกเท่านั้น โดยสุ่มอ้อย 10 ลำ จากแต่ละแปลงย่อย แล้วนำไปหาค่าต่าง ๆ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามคู่มือการวิเคราะห์อ้อยและน้ำตาลทราย (คณะอนุกรรมการปรับปรุงคู่มือการวิเคราะห์อ้อยและน้ำตาลทราย, 2527) และคู่มือการบันทึกข้อมูลพืชไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2540) ดังนี้

1) Fiber (F) (%): สุ่มตัดลำอ้อยเป็น 3 ส่วน (โคน กลาง ปลาย) แล้วสุ่มหยิบแต่ละส่วนนำไปเข้าเครื่องบดผสมให้เข้ากัน ชั่งน้ำหนัก (W_1) แล้วใส่ถุงผ้านำไปขยี้ในน้ำ 4 – 5 ครั้ง แล้วบีบน้ำออก โดยใช้เครื่องบีบน้ำ แล้วเข้าตู้อบที่ 105 ° C นาน 3-4 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก (W_2) นำไฟเบอร์ออกจากถุงผ้า แล้วนำถุงผ้าไปอบลดความชื้น แล้วชั่ง นน. (W_3)

$$\text{Fiber (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_1} \times 100$$

ส่วนที่เหลือจากการหา Fiber นำไปหีบเอาน้ำอ้อยมาหาค่าต่อไปนี้

2) Brix (B) ที่20 ° C: วิเคราะห์โดยใช้เครื่องใช้เครื่อง Refracto meter

3) Pol (P) ที่20 ° C: วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Polari meter

4) ค่า CCS: คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{CCS.} = \frac{3P}{2}\left[1 - \frac{F+5}{100}\right] - \frac{B}{2}\left[1 - \frac{F+3}{100}\right]$$

5) Purity (%) : คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{Purity (\%)} = \frac{P \text{ ที่20 ° C}}{B \text{ ที่ 20° C}} \times 100$$

3.3.4 ประเมินต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน

เก็บข้อมูลต้นทุนการปลูกอ้อย โดยค่าแรงงานอ้างอิงจากค่าแรงงานขั้นต่ำ ส่วนค่าการเตรียมดิน ค่าท่อนพันธ์ ปุ๋ยสารเคมี และอุปกรณ์อื่นๆใช้ข้อมูลของราคาในจังหวัดนครราชสีมา ต้นทุนระบบน้ำและระบบให้ปุ๋ยทางน้ำใช้ค่าเฉลี่ย (ต่อไร่) จากค่าวัสดุอุปกรณ์ และค่าแรงงานจากการติดตั้งระบบน้ำในพื้นที่ 10 ไร่ ส่วนราคาอ้อยใช้ราคาของแต่ละปีรวมค่า CCS

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองแต่ละสภาพการให้น้ำ และวิเคราะห์ผลรวมทั้ง 4 สภาพ (Combined analysis) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ย โดยใช้โปรแกรม SPSS V.14 (SPSS Inc., 2006)

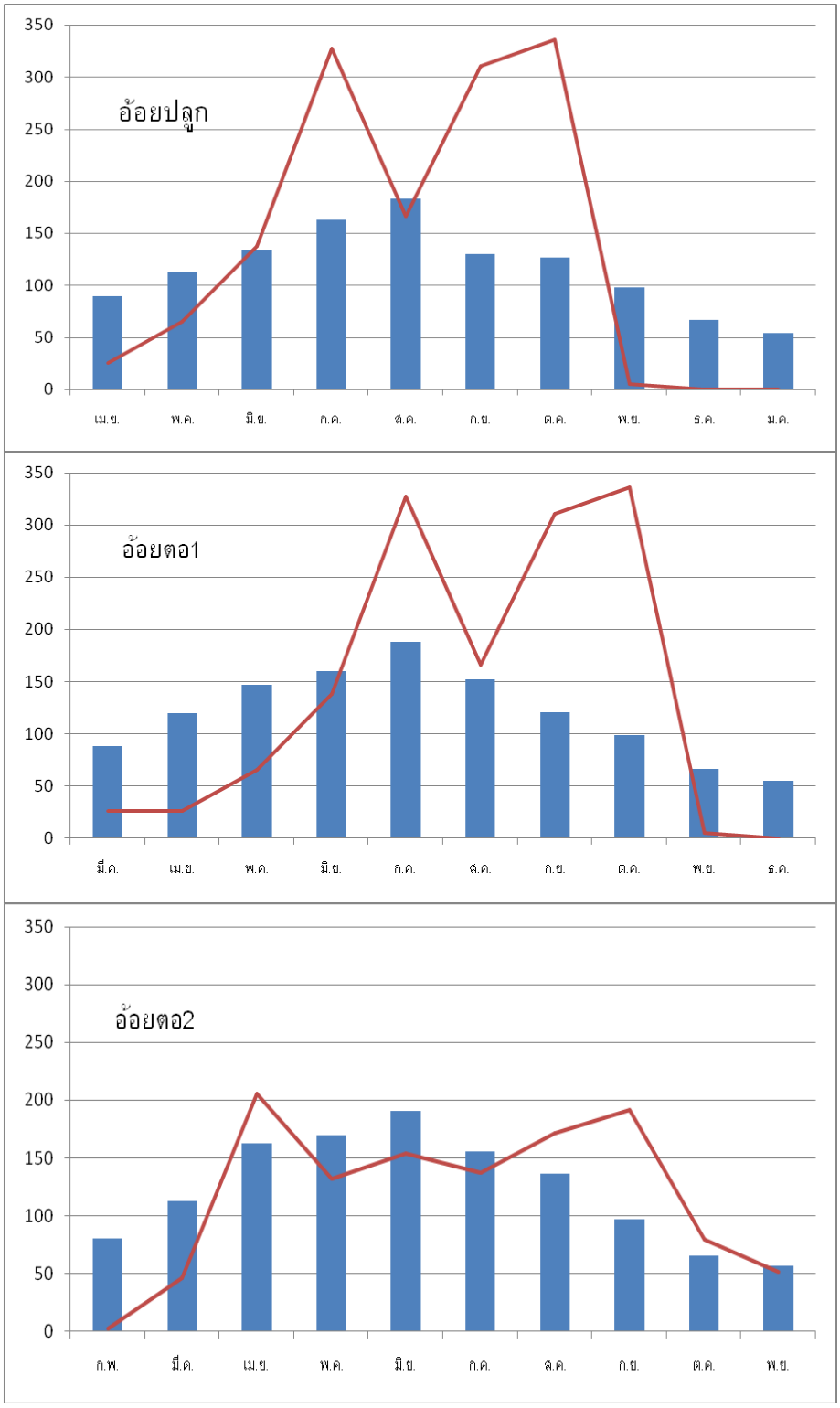
บทที่ 4
ผลการทดลอง และการอภิปรายผล

4.1 ความต้องการน้ำ และปริมาณการให้น้ำของอ้อย

ปริมาณความต้องการน้ำของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และ อ้อยต่อ2 และปริมาณน้ำฝนรายเดือนในแต่ละปีแสดงในภาพที่ 5 พบว่าความต้องการน้ำของอ้อยซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของอ้อยและสภาพภูมิอากาศ ซึ่งทำให้การปลูกอ้อยในแต่ละฤดูที่มีเวลาปลูกที่ต่างกันจะมีความต้องการน้ำต่างกันเล็กน้อย โดยอ้อยที่ปลูก ณ. จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนจะมีความต้องการน้ำเฉลี่ยรวมประมาณ 1,120 มม. โดยมีความต้องการน้ำมากทีสุดในเดือนที 5 หลังปลูก ประมาณ 180 มม./เดือนหรือ 6.0 มม./วัน

ในขณะที่ปริมาณการให้น้ำเสริมกับอ้อยเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของอ้อยขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนในแต่ละปี ในปีที่มีฝนมากหรือมีการกระจายตัวที่ดี ปริมาณการให้น้ำก็จะน้อยเช่นในปีที่ 3 (อ้อยตอ 2) มีการกระจายตัวของฝนที่เหมาะกับช่วงปลูกของอ้อยจึงทำให้ปริมาณการให้น้ำเสริมน้อยที่สุดคือ 390 ลบ.ม./ไร่ แต่จากการทดลอง 3 ปีพบว่าการให้น้ำหยดทั้งบนดินหรือใต้ดินมีค่าเฉลี่ยการให้น้ำเท่ากับ 458 ลบ.ม./ไร่ (ตารางที่ 12)

สำหรับวิธีการให้น้ำตามร่องในสภาพการทดลองนี้ จำเป็นต้องให้น้ำที่มีปริมาณมากกว่าการให้น้ำหยด 1.5 เท่า ถึงจะให้น้ำได้ทั่วจากต้นร่องถึงปลายร่อง ทั้งนี้ปริมาณการให้น้ำตามร่องขึ้นอยู่กับชนิดของดินถ้าดินเนื้อละเอียดจะใช้น้ำน้อยกว่าดินเนื้อหยาบ และถ้าเป็นดินทรายจัดอาจไม่สามารถให้น้ำด้วยวิธีนี้ได้เพราะน้ำจะซึมลงไปลึกมากกว่าที่จะไหลไปตามร่อง



ภาพที่ 5 แสดงความต้องการน้ำของอ้อย (กราฟแท่ง) และปริมาณน้ำฝน (กราฟเส้น) ในแต่ละเดือน (มม./เดือน)

ตารางที่12 ความต้องการน้ำของอ้อย และปริมาณการให้น้ำ

	อ้อยปลูก (เมย.) (ลบ.ม./ไร่)	**อ้อยตอ1(มีค.) (ลบ.ม./ไร่)**	**อ้อยตอ2 (กพ.) (ลบ.ม./ไร่)**	**เฉลี่ย (ลบ.ม./ไร่)**
ความต้องการน้ำ	1,854	1,913	1,963	1,910
ปริมาณการให้น้ำ				
- แปลงให้ตามร่อง	720	757	585	687
- แปลงน้ำหยดบนดิน	480	505	390	458
- แปลงน้ำหยดบนใต้ดิน	480	505	390	458

ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของอ้อย

ภาพที่ 7 ความสูงของอ้อยในช่วงการเก็บผลผลิต

4.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอก การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของอ้อย โดยวิธี Combined analysis ของทั้ง 4 การทดลอง ได้แก่ 1) แปลงไม่ให้น้ำ 2) แปลงให้น้ำตามร่อง 3) แปลงระบบน้ำหยดบนดิน และ4) แปลงระบบน้ำหยดใต้ดิน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน และการให้ปุ๋ย ทั้งอ้อยปลูก แปลงอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ดังนั้นจึงแสดงข้อมูลเปรียบเทียบเฉพาะปัจจัยหลักในแต่ละปีเท่านั้น

4.2.1 แปลงอ้อยปลูก ปี 2553/2554

ความงอก

พบว่าการให้น้ำมีอิทธิพลอย่างมากต่อการงอกของอ้อย โดยการให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำหยดใต้ดินทำให้ความงอกอ้อยปลูกมีค่าสูงกว่าแปลงไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยแปลงไม่ให้น้ำ แปลงให้น้ำตามร่อง แปลงให้ระบบน้ำหยดบนดิน และแปลงระบบน้ำหยดใต้ดิน มีเปอร์เซ็นต์การงอก เท่ากับ 62.72% 99.25% 99.51% และ 99.47% ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

การใช้วัสดุปรับปรุงดิน พบว่าการใส่ขุยมะพร้าว ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยสูงกว่าแปลงไม่ใส่วัสดุปลูก และแปลงใส่ขี้เถ้าแกลบเล็กน้อย สำหรับวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยปลูกแตกต่างกันทางสถิต (ตารางที่ 13)

ความสูง

พบว่า การให้น้ำหยดบนดิน ส่งผลให้ความสูงอ้อยมีค่าสูงมากที่สุด รองลงมาคือ การให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดใต้ดิน และการไม่ให้น้ำมีความสูงน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 337 316 306 291 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

การใช้วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ความสูงอ้อยปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

จำนวนลำต่อไร่

พบว่า แปลงน้ำหยดใต้ดิน ส่งผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมีค่าสูงกว่า การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำตามร่องส่วน ส่วนในการไม่ให้น้ำมีจำนวนลำต่อไร่น้อยที่สุด (16,111 11,831 10,391 และ 9,814 ลำต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

น้ำหนักลำ

ผลของวิธีการให้น้ำต่อน้ำหนักลำของอ้อยปลูก พบว่าวิธีการให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้น้ำหนักลำของอ้อยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต โดยการให้น้ำตามร่อง อ้อยมีน้ำหนักต่อลำสูงที่สุด รองลงมา คือการให้น้ำหยดบนดิน การให้น้ำหยดใต้ดิน และการไม่ได้ให้น้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 2.447 2.154 1.783 และ 1.615 กก.ต่อลำ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

ผลผลิต

ผลของวิธีการให้น้ำที่ต่างกัน ส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต โดยการให้น้ำในระบบน้ำหยดใต้ดินอ้อยมีผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำหยดบนดินและการให้น้ำตามร่อง ส่วนการไม่ให้น้ำให้ผลผลิตต่ำทีสุด โดยมีค่าเท่ากับ 28.68 25.48 25.42 และ 15.83 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

คุณภาพผลผลิต

ในปีแรกของการทดลองทำการวัดค่า CCS ของอ้อย และพบว่าวิธีการให้น้ำที่ต่างกันไม่ทำให้ค่า CCS ต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่ให้น้ำมีผลทำให้มีค่า CCS ที่สูงกว่าการให้น้ำเล็กน้อย (ตารางที่ 13)

ผลของการใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ค่า CCS ของอ้อยปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน และการให้ปุ๋ย ต่อการเจริญเติบโต ผลิต และคุณภาพผลผลิตอ้อย แปลงอ้อยปลูก

ตำรับการทดลอง	ความงอก (%)	ความสูง (ซม.)	จำนวน (ลำ/ไร่)	น้ำหนัก (กก./ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	น้ำตาล (%CCS)
วิธีการให้น้ำ						
ไม่ให้น้ำ	62.72[b]	291[d]	9,814[d]	1.615[d]	15.83[c]	13.17
การให้น้ำตามร่อง	99.25[a]	316[b]	10,391[c]	2.447[a]	25.42[b]	12.65
ระบบน้ำหยดบนดิน	99.51[a]	337[a]	11,831[b]	2.154[b]	25.48[b]	12.89
ระบบน้ำหยดใต้ดิน	99.47[a]	306[c]	16,111[a]	1.783[c]	28.68[a]	12.29
วัสดุปรับปรุงดิน						
ไม่ใส่	89.90[b]	312	11,665	2.035	23.48	12.63
ขุยมะพร้าว	91.00[a]	313	12,175	1.982	23.83	13.03
ขี้เถ้าแกลบ	89.83[b]	312	12,270	1.981	24.26	12.59
วิธีการให้ปุ๋ย						
ให้ปุ๋ย NPK ตามประเภทเนื้อดิน	89.92	310	12,096	1.964	23.55	12.69
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน	90.27	313	12,174	1.988	24.08	12.70
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน +ธาตุอาหารรอง	90.30	312	11,944	2.008	23.87	12.73
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน +ธาตุอาหารรอง	90.47	314	11,933	2.038	23.91	12.88

+ธาตุอาหารเสริม

CV (%)	2.23	4.24	8.05	8.40	11.79	10.92

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.2.2 แปลงอ้อยตอ 1 ปี 2554/2555

ความสูง

การให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้ความสูงของอ้อยตอ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่า การให้น้ำหยดใต้ดินอ้อยมีความสูงสูงที่สุด รองลงมาคือ ไม่ได้ให้น้ำ การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำตามร่อง โดยมีค่าเท่ากับ 317 313 306 และ 291 ซม.ตามลำดับ

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ความสูงของอ้อยตอ 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14)

จำนวนลำต่อไร่

การให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้จำนวนลำต่อไร่แตกต่างกันโดยแปลงน้ำหยดบนดิน มีจำนวนลำต่อไร่สูงที่สุด รองลงมาคือการให้น้ำหยดใต้ดิน การไม่ให้น้ำ และ การให้น้ำตามร่อง โดยมีจำนวนลำต่อไร่เท่ากับ 14,561 14,116 13,583 และ 13,236 ลำต่อไร่ ตามลำดับ

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยตอ 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14)

น้ำหนักลำ

การให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้น้ำหนักลำแตกต่างกัน โดยการให้น้ำตามร่อง อ้อยมีน้ำหนักต่อลำสูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำหยดบนดิน การให้น้ำหยดใต้ดิน และการไม่ได้ให้น้ำโดยมีค่าเท่ากับ 1.724 1.603 1.595 1.047 และ 1.615 กก.ต่อลำ ตามลำดับ

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ผลผลิต

การให้น้ำทั้ง 3 วิธี ส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยมีค่าสูงกว่าการไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต โดยการให้น้ำในระบบน้ำหยดบนดินอ้อยมีผลผลิตสูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดใต้ดิน และการไม่ให้น้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 23.26 22.82 22.45 และ 14.17 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

การใช้วัสดุปรับปรุงดินและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ผลผลิตอ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14)

คุณภาพผลผลิต

ผลของวิธีการให้น้ำ การใส่วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ค่าบริกซ์ของอ้อยตอ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน และการให้ปุ๋ย ต่อการเจริญเติบโต ผลิต และคุณภาพผลผลิตอ้อย แปลงอ้อยตอ 1

ตำรับการทดลอง	ความสูง (ซม.)	จำนวนลำ (ลำ/ไร่)	น้ำหนัก (กก./ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ความหวาน (บริกซ์)
วิธีการให้น้ำ					
ไม่ให้น้ำ	313[ab]	13,582[bc]	1.047[c]	14.17[b]	22.38
การให้น้ำตามร่อง	291[c]	13,236[c]	1.724[a]	22.82[a]	22.18
ระบบน้ำหยดบนดิน	306[b]	14,561[a]	1.603[b]	23.26[a]	21.92
ระบบน้ำหยดใต้ดิน	317[a]	14,116[ab]	1.595[b]	22.45[a]	22.46
วัสดุปรับปรุงดิน					
ไม่ใส่	305	13,610	1.489	20.29	22.46
ขุยมะพร้าว	307	13,962	1.518	21.07	22.21
ขี้เถ้าแกลบ	309	14,050	1.470	20.67	22.04
วิธีการให้ปุ๋ย					
ให้ปุ๋ย NPK ตามประเภทเนื้อดิน	307	13,748	1.537	21.06	22.29
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน	308	14,324	1.474	21.15	22.09
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ +ธาตุอาหารรอง	306	13,850	1.456	20.04	22.22
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์+ธาตุอาหารรอง +ธาตุอาหารเสริม	306	13,573	1.505	20.46	22.34
CV (%)	2.06	11.83	10.80	13.65	6.42

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.2.3 แปลงอ้อยตอ 2 ปี 2555/2556

ความสูง

ผลของวิธีการให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้ความสูงของอ้อยตอ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำหยดใต้ดินอ้อยมีความสูงสูงที่สุด รองลงมาคือ การให้น้ำบนดิน การให้น้ำตามร่อง และการทดลองที่ไม่ได้ให้น้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 333 329 323 และ 309 ซม.ตามลำดับ

ส่วนการใช้วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้ความสูงของอ้อยตอ2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

จำนวนลำต่อไร่

การให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยตอ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำหยดใต้ดิน ส่งผลให้อ้อยมีจำนวนลำต่อไร่สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการให้น้ำโดยวิธีอื่น แต่แตกต่างจากการไม่ให้น้ำอย่างชัดเจน ซึ่งการไม่ให้น้ำ การให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำหยดใต้ดิน มีจำนวนลำต่อไร่ เท่ากับ 9,914 14,559 14,175 และ 14,906 ลำต่อไร่ ตามลำดับ

ส่วนการใช้วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยตอมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

น้ำหนักลำ

การให้น้ำที่ต่างกันส่งผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยตอ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต โดยการให้น้ำหยดบนดิน อ้อยมีน้ำหนักต่อลำสูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดใต้ดิน และการไม่ให้น้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 2.19 2.11 1.96 และ 1.86 กก.ต่อลำ ตามลำดับ

ส่วนการใช้วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยตอมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

ผลผลิต

การให้น้ำที่ต่างกันต่อผลผลิตของอ้อยตอ 2 พบว่าการให้น้ำทั้ง 3 วิธี ส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยสูงกว่าการไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต โดยการให้น้ำในระบบน้ำหยดบนดินอ้อยมีผลผลิตสูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำหยดใต้ดิน การให้น้ำตามร่อง และการไม่ได้ให้น้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 25.74 25.39 24.02 และ 15.61 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

ส่วนการใช้วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยตอมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

คุณภาพผลผลิต

ผลของวิธีการให้น้ำที่ต่างกัน การใช้วัสดุปรับปรุงดินที่ต่างกัน และวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้คุณภาพผลผลิตของอ้อยตอ 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 15 ผลของวัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต ผลิต และคุณภาพผลผลิตอ้อยแปลงอ้อยตอ 2

ตำรับการทดลอง	ความสูง (ซม.)	จำนวนลำ (ลำ/ไร่)	น้ำหนัก (กก./ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ความหวาน (บริกซ์)
วิธีการให้น้ำ					
ไม่ให้น้ำ	309[c]	9,914[b]	1.86[b]	11.61[b]	21.50
การให้น้ำตามร่อง	323[b]	14,559[a]	2.01[a]	24.02[a]	22.23
ระบบน้ำหยดบนดิน	329[ab]	14,175[a]	2.19[a]	25.74[a]	21.50
ระบบน้ำหยดใต้ดิน	333[a]	14,906[a]	1.96[ab]	25.39[a]	22.54
วัสดุปรับปรุงดิน					
ไม่ใส่	322	13,026	2.01	21.08	22.39
ขุยมะพร้าว	323	13,480	2.00	21.91	21.83
ขี้เถ้าแกลบ	326	13,660	2.01	22.10	21.70
วิธีการให้ปุ๋ย					
ให้ปุ๋ย NPK ตามประเภทเนื้อดิน	321	13,115	1.97	20.92	21.69
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน	321	13,094	2.05	21.91	21.90
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน +ธาตุอาหารรอง	324	13,968	2.00	21.67	22.11
ให้ปุ๋ย NPK ตามค่าวิเคราะห์ดิน +ธาตุอาหารรอง +ธาตุอาหารเสริม	328	13,377	2.01	22.27	22.20
CV (%)	7.16	1.18	12.28	18.58	17.15

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง

ทำการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บผลผลิตในปีแรก พบว่าวิธีการให้น้ำและวิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ส่งผลให้คุณสมบัติของดินหลังการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงไม่ได้แสดงข้อมูล แต่พบว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้คุณสมบัติทางเคมีของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการ

ใส่ขี้เถ้าแกลบมีผลให้ค่า pH ของดินเพิ่มในขณะที่การใส่ขุยมะพร้าวไม่ได้มีผลในการเปลี่ยนแปลงค่า pH อาจเนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของขี้เถ้าแกลบ มีความเป็นด่างจัดมาก โดยมีค่า pH =9.79 ดังนั้น เมื่อมีการใส่ลงไปในดินจึงมีผลในการเพิ่มค่า pH ในดิน ส่วนค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้นทั้งที่ใส่ขุยมะพร้าว และใส่ขี้เถ้าแกลบ แสดงให้เห็นว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารในดินได้ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อคุณสมบัติของดินหลังการทดลอง

ตำรับการทดลอง	pH	EC (ไมโครซีเมนต์/ม.)	OM (%)	Avi.P (มม./กก.)	Exc.K (มม./กก.)
ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน	6.03[b]	51.60[d]	1.83[b]	9.18[c]	57.34[c]
ขุยมะพร้าว	6.03[b]	67.24[a]	2.17[a]	10.81[bc]	70.81[a]
ขี้เถ้าแกลบ	7.07[a]	56.66[c]	1.90[b]	13.47[a]	72.71[a]
CV (%)	3.35	6.42	6.75	14.70	6.24

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.4 ต้นทุน และผลตอบแทน

เนื่องจากผลการทดลองนี้มีความแตกต่างของผลผลิตเฉพาะวิธีการให้น้ำเท่านั้น จึงเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเฉลี่ยของอ้อยระหว่าง การไม่ให้น้ำ การให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำหยดใต้ดินเท่านั้น และทำการเปรียบเทียบทั้งอ้อยปลูก (ปี 2553/54) อ้อยตอ 1 (ปี 2554/55) และอ้อยตอ 2 (ปี 2555/56) โดยราคาที่ใช้ในการคำนวณเป็นราคาที่เกษตรกรขายได้ในแต่ละปี โดยปี 53/54 ขายได้ที่ 861 บาทต่อตัน ปี 54/55 ขายได้ที่ 908 บาทต่อตัน และปี 55/56 ขายได้ 954 บาทต่อตัน โดยกำหนดค่า CCS อยู่ที่ 10 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อย และน้ำตาลทราย, 2557) และถ้า CCS สูงกว่า 10 ทุกๆ 1 CCS จะมีราคาเพิ่มขึ้นประมาณ 56.00 บาทต่อตัน ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าอ้อยปลูกแปลงน้ำฝนมีค่า CCS 13.17 แปลงให้น้ำตามร่องมีค่า CCS 12.65 แปลงให้น้ำหยดบนดินมีค่า CCS 12.89 และแปลงน้ำหยดใต้ดินมีค่า CCS 12.29 ก็จะได้รับเงินเพิ่มอีก 177.5 148.5 161.8 และ 128.2 บาทต่อตัน ตามลำดับ

จากตารางที่ 17 จะเห็นได้ว่าต้นทุนของอ้อยปลูกมีค่าสูงกว่าอ้อยตอ เนื่องจากมีค่าท่อนพันธุ์อ้อยและค่าเตรียมดินปลูก ดังนั้นในอ้อยตอ 1 และตอ 2 จึงมีผลกำไรที่สูงกว่าอ้อยปลูก การไว้ตออ้อยได้หลายตอเกษตรกรก็จะได้กำไรที่มากขึ้น

ส่วนการเปรียบเทียบต้นทุนแปลงที่มีการให้น้ำกับไม่ให้น้ำจะพบว่า แปลงที่ให้น้ำทั้ง 3 แปลง มีต้นทุนสูงกว่าแปลงไม่ให้น้ำ เนื่องจากมีค่าวางระบบน้ำ และการให้น้ำหยดก็มีต้นทุนสูงกว่าการให้น้ำตาม

ร่อง แต่เมื่อเทียบผลตอบแทน (กำไร) เนื่องจากผลผลิตสูงขึ้นจากการใช้ระบบน้ำ ทำให้การให้น้ำมีผลตอบแทนสูงกว่าแปลงที่ไม่ให้น้ำเล็กน้อยในอ้อยปลูก ส่วนในอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 จะมีผลตอบแทนสูงขึ้นอย่างชัดเจนจากการใช้ระบบน้ำเพราะมีการลงทุนเพิ่มไม่มาก ขณะที่การให้น้ำสามารถรักษาเสถียรภาพของผลผลิตอ้อยไว้ได้สูง จึงทำให้ได้ผลตอบแทนต่อไร่สูงขึ้นมากกว่าในอ้อยปลูก

ตารางที่ 17 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย (บาท/ไร่)

รายการ	อ้อยปลูก				อ้อยตอ1				อ้อยตอ2			
	ไม่ให้น้ำ	ตามร่อง	หยดบนดิน	หยดใต้ดิน	ไม่ให้น้ำ	ตามร่อง	หยดบนดิน	หยดใต้ดิน	ไม่ให้น้ำ	ตามร่อง	หยดบนดิน	หยดใต้ดิน
1. เตรียมดิน ปลูก บำรุงรักษา	6,273	10,073	11,398	11,398	2,241	3,042	2,117	2,117	2,241	3,042	2,117	2,117
1.1. ค่าแรงงาน												
- เตรียมดินปลูก	1,750	1,750	1,750	1,750	0	0	0	0	0	0	0	0
- ปลูก	750	750	750	750	0	0	0	0	0	0	0	0
- ดายหญ้า	300	500	350	350	100	250	100	100	100	250	100	100
- ใส่ปุ๋ยทางดิน	125	125	0	0	125	125	0	0	125	125	0	0
- ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
- ให้น้ำ (เฉพาะให้ตามร่อง)	0	500	0	0	0	500	0	0	0	500	0	0
1.2. ค่าวัสดุ												
- พันธุ์อ้อย	1,800	1,800	1,800	1,800	0	0	0	0	0	0	0	0
- ปุ๋ยเคมีทางดิน (N-P-K)	1,238	1,238	0	0	1,856	1,857	0	0	1,856	1,857	0	0
- ปุ๋ยเคมีทางน้ำ	0	0	1,238	1,238	0	0	1,857	1,857	0	0	1,857	1,857
- สารเคมีกำจัดวัชพืช	250	350	250	250	100	250	100	100	100	250	100	100
1.3. ค่าระบบน้ำ												
-วางระบบน้ำ และระบบให้ปุ๋ย	0	3,000	5,200	5,200	0	0	0	0	0	0	0	0
- ค่าไฟฟ้าสูบน้ำ	0	400	250	250	0	400	250	250	0	400	250	250
- ซ่อมแซมระบบน้ำ	0				0	200	1,000	200	0	200	1,000	200
2. ต้นทุนการเก็บเกี่ยว และขนส่ง	4,749	7,626	7,644	8,604	4,251	6,846	6,978	6,735	3480	7,206	7,722	7,617
3. ต้นทุนรวม (1+2) (บาท/ไร่)	11,022	18,099	19,292	20,252	6,492	10,488	10,345	9,302	5,721	10,848	11,089	10,184
4. ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)	15.8	25.4	25.5	28.7	14.2	22.8	23.3	22.5	11.6	24.0	25.7	25.4

5.รายได้ (บาท/ไร่)	16,385	25,603	26,036	28,356	15,251	24,487	25,024	24,165	13,015	26,928	28,835	28,499
6. ผลตอบแทน (5-3) (บาท/ไร่)	5,363	7,504	6,744	8,104	8,759	13,999	14,679	14,863	7,294	16,080	17,746	18,315
7. ผลตอบแทน/ต้นทุน (B/C)	0.49	0.41	0.35	0.40	1.35	1.33	1.42	1.60	1.27	1.48	1.60	1.80

4.5 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการให้น้ำแก่อ้อย ไม่ว่าจะเป็นการให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำหยดใต้ดิน ส่งผลให้อ้อยมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่สูงกว่าการปลูกอ้อยในสภาพน้ำฝน ทั้งอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 โดยในอ้อยปลูก แปลงให้น้ำตามร่อง ให้น้ำหยดบนดิน และให้น้ำหยดใต้ดิน มีผลผลิตสูงกว่าไม่ให้น้ำ 9.6 9.7 และ12.8 ตัน/ไร่ ส่วนในอ้อยตอ 1 ผลผลิตเพิ่มขึ้น 8.7 9.1 และ 8.3 ตัน/ไร่ ในขณะที่อ้อยตอ 2 พบว่าการให้น้ำผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 12.3 13.1 12.8 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตมีความแตกต่างกันมากขึ้นในอ้อยต่อที่ 2 เป็นเพราะในแปลงที่ไม่ให้น้ำผลผลิตอ้อยต่อมีค่าต่ำลงในขณะที่การให้น้ำสามารถรักษาระดับผลิตได้ใกล้เคียงกันทุกปี

จากตารางที่ 6 7 และ 8 แสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี พบว่าปริมาณน้ำฝนมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ โดยบางเดือนปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าความต้องการน้ำของอ้อย ดังนั้นในแปลงที่ไม่ให้น้ำจึงทำให้อ้อยได้รับน้ำไม่เพียงพอในบางช่วงของการเจริญเติบโต โดยพบว่าอ้อยที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำในช่วงฤดูแล้งที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ และไม่ได้ให้น้ำเสริมจะมีการชะงักการเจริญเติบโต มีการทิ้งหน่อทำให้จำนวนลำต่อไร่ในแปลงไม่ให้น้ำมีจำนวนน้อยที่สุด นอกจากจำนวนลำลดลงแล้วความสูงและน้ำหนักของลำก็น้อยลงด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุหลักทีทำให้ผลผลิตต่ำในแปลงที่ไม่ให้น้ำ การให้น้ำแก่อ้อยสามารถลดผลกระทบจากการขาดน้ำ และผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของอ้อย เพราะน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในกระบวนการต่างๆในพืช ในสภาพการทดลองนี้ พบว่าอ้อยมีความต้องการน้ำเฉลี่ย 2-6 มม./วัน และตลอดช่วงอายุปลูกของอ้อยจะมีความต้องการน้ำประมาณ 1,193 มม. หรือ 1,910 ลบ.ม./ไร่ ซึ่งผลผลิตอ้อยจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้น้ำเสริมจนอ้อยได้รับน้ำเท่ากับปริมาณน้ำที่อ้อยต้องการ (Vicente et al., 2013) ผลการทดลองยังสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ เช่นการศึกษาของ Wiedenfeld (2008) ที่พบว่าผลผลิต มวลชีวภาพของอ้อยจะสูง อ้อยต้องได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอ โดยขนาดใบ การยืดยาวของปล้อง การพัฒนาพื้นที่ใบขึ้นกับความเครียดจากการขาดน้ำ (Inman-Bamber and Smith, 2005) รวมทั้งผลผลิต และคุณภาพผลผลิต (Choudhary et al., 2004; Wiedefeld, 2008) ซึ่งความเครียดจากการขาดน้ำทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง (Rodrigues al., 2009)

จากการศึกษานี้ในปีแรก พบว่าแปลงระบบน้ำหยดใต้ดิน มีจำนวนลำต่อไร่ (16,111 ลำ/ไร่) และผลผลิต (28.68 ตัน/ไร่) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำโดยระบบน้ำหยดบนดิน และการให้น้ำตามร่อง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดใต้ดินมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง เพราะเป็นการให้น้ำในครอบคลุมและกระจายตัวได้ในเขตรากของอ้อย โดยสัมผัสท่อนพันธุ์อ้อยโดยตรง ไม่มีการสูญเสียน้ำจากการระเหยจากผิวดิน และจากการซึมลงลึกเกินกว่าระดับราก (Lamm and Trooien, 2007; Shrivastava et al, 2011) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ระบบน้ำหยดใต้ดินมีแนวโน้มในการให้ผลผลิตที่ดีกว่าระบบน้ำหยดบนดินในปีแรก แต่ในอ้อยตอ 1 และตอ 2 พบว่าการให้น้ำหยดบนดินผลผลิตอ้อยมีแนวโน้มสูงกว่าการให้น้ำหยดใต้ดินเล็กน้อย อาจเนื่องจากในปีที่ 2 แปลงระบบน้ำใต้ดินอาจมีการอุดตันของเทปน้ำหยดบางส่วน ซึ่งการซ่อมแซมทำได้ยาก เนื่องจากไม่สามารถมองเห็นได้เพราะระบบอยู่ใต้ดิน

แต่จะสังเกตได้เพียงอาการของอ้อยที่เหี่ยวเฉาในบางจุด ซึ่งถือว่าเป็นข้อเสียของระบบน้ำหยดใต้ดิน ดังนั้นถ้ามีการไว้ตออ้อยหลายปีระบบน้ำหยดใต้ดินซึ่งมีข้อดีคือไม่กรีดขวางการทำงานเช่นการเก็บเกี่ยวหรือการกำจัดวัชพืช แต่ก็อาจมีข้อจำกัดในเรื่องประสิทธิภาพการให้น้ำซึ่งจำเป็นต้องมีการติดตามผลต่อเนื่องในอ้อยตอปีต่อๆ ไป

ส่วนแปลงที่ให้น้ำตามร่องถึงจะให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด ทั้งอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 แต่การให้น้ำตามร่องเหมาะกับพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำมากพอ เนื่องจากต้องให้น้ำสูงกว่า และเหมาะกับสภาพดินที่เป็นดินเหนียวหรือร่วนเหนียวที่มีการซึมของน้ำไม่ดี เพราะหากสภาพเป็นดินทรายก็จะสูญเสียน้ำจากการซึมลงลึกเกินกว่าระดับรากมากขึ้น ซึ่งจากรายงานของ ดิเรก ทองอร่าม (2545) รายงานว่าการให้น้ำในระบบน้ำตามร่องมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเพียง 40-80% และยังพบว่ามีการเกิด erosion สูง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการให้น้ำตามร่องเพื่อให้ดินที่ระดับความลึก 30 ซม. มีความชื้นสม่ำเสมอ ต้องใช้น้ำมากกว่าการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี ถึง 1.5 เท่า ดังนั้นในสภาพที่มีน้ำจำกัดหรือมีต้นทุนการใช้น้ำที่สูงจะไม่เหมาะสำหรับการปลูกอ้อยโดยการให้น้ำตามร่อง นอกจากนั้นแล้วยังมีข้อสังเกตว่าเมื่ออ้อยต้นใหญ่และมีการร่วงหล่นของใบมากรีดขวางการไหลของน้ำ ทำให้น้ำไหลไปท้ายร่องได้ไม่ดี ต้องมีการเข้าไปเปิดทางไหลของน้ำซึ่งทำได้ค่อนข้างยาก และในปีต่อๆไปร่องปลูกอ้อยที่เป็นทางไหลของน้ำมักถูกทับถมด้วยดินหรือใบอ้อยทำให้การให้น้ำมีประสิทธิภาพลดลงหรืออาจต้องใช้แรงงานช่วยในการให้น้ำมากขึ้น

ส่วนการใช้วัสดุปรับปรุงดินที่ต่างกันมีผลเล็กน้อยต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อย และคุณสมบัติบางอย่างของดิน แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตอ้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากวัสดุที่ใช้มีอัตราไม่มากพอและมีการใส่ในปีแรกเท่านั้น จึงไม่มีอิทธิพลมากพอที่จะทำให้ดินมีการอุ้มน้ำและธาตุอาหารได้สูงขึ้น จนไม่พบความแตกต่างจากการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินในการทดลองนี้

วิธีการให้ปุ๋ยทั้งการให้ปุ๋ยตามประเภทเนื้อดิน ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตอ้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสภาพดินที่ใช้ทดสอบเป็นดินที่มีคุณสมบัติความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ซึ่งหากดูจากตารางที่ 10 คุณสมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูกอ้อย จะพบว่าธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในดิน มีค่าเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อย เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสม ดังนั้นการให้ปุ๋ยธาตุรอง และการให้ปุ๋ยธาตุอาหารเสริมจึงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยปลูกถึงอ้อยตอ 2 อย่างไรก็ตามถ้าสามารถไว้อ้อยตอต่อไปได้อีกหลายๆรุ่น อาจมีการตอบสนองต่อธาตุอาหารรองหรือธาตุอาหารเสริมได้ เพราะทุกปีจะมีธาตุอาหารดังกล่าวสูญหายไปจากดินโดยติดไปกับผลผลิต

สำหรับต้นทุน และผลตอบแทน ตารางที่ 18 ถึงแม้ว่าการวางระบบน้ำทั้งระบบน้ำหยดบนดิน ระบบน้ำหยดใต้ดินจะมีต้นทุนที่สูง แต่เมื่อสามารถให้ผลผลิตที่สูง และรักษาเสถียรภาพผลผลิตของอ้อยตอได้ดี ก็ทำให้เกษตรกรได้รับผลที่มากกว่าเล็กน้อยในอ้อยปลูก และมากขึ้นในอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ที่ไม่ต้องลงทุนค่าเตรียมดิน ปลูก ท่อนพันธุ์ ค่าวางระบบน้ำ และปุ๋ยอีกครั้ง มีเพียงแต่ค่าซ่อมแซมระบบ

เท่านั้น โดยถ้าพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) จะพบว่าในปีแรกทุกวิธีการให้น้ำหรือไม่ให้น้ำมีอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันแต่ในปีที่ 3 หรืออ้อยตอ 2 นั้นการให้น้ำโดยเฉพาะระบบน้ำหยดจะมีอัตราส่วนของผลตอบแทนที่สูงกว่าอย่างเด่นชัดซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนระยะยาว

งานวิจัยนี้ยังคงดำเนินการต่อไปเพื่อดูผลของการให้น้ำต่อการไว้ตออ้อยและผลผลิตของอ้อยตอ ซึ่งมีแนวโน้มว่า การให้น้ำสามารถไว้ต่ออ้อยได้นานและยังคงผลผลิตที่สูงอยู่ ในขณะที่การไม่ให้น้ำผลผลิตมีแนวโน้มลดต่ำลงทุกปี ซึ่งจะทำให้การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์มีความแตกต่างกันที่เด่นชัดมากขึ้น เพราะอุปกรณ์ต่างๆของระบบน้ำ เช่น ท่อส่งน้ำ ปั๊มน้ำ ถ้ามีการดูแลรักษาอย่างถูกต้องจะมีอายุการใช่งานไม่ต่ำกว่า 5-6 ปี

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวิธีการให้น้ำ วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยทางระบบน้ำต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 พันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวปนทรายของสภาพแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การให้น้ำในการปลูกอ้อยส่งผลให้อ้อยมีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสูง จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตอ้อยสูงกว่าการไม่ให้น้ำ โดยการให้น้ำหยดใต้ดินมีผลผลิตสูงที่สุดในอ้อยปลูก แต่ในอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดบนดินผลให้ผลิตอ้อยสูงที่สุด และการให้น้ำแก่อ้อยไม่ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอ้อย ถึงแม้มีแนวโน้มว่าแปลงที่ไม่ให้น้ำมีค่า CCS สูงกว่าแปลงให้น้ำเล็กน้อยในอ้อยปลูก

2) ขุยมะพร้าวส่งผลให้อ้อยมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า การใส่ขี้เถ้าแกลบ และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในอ้อยปลูก แต่ไม่ได้ส่งผลให้ความสูง จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตแตกต่างกันทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2

3) วิธีการให้ปุ๋ยที่ต่างกันไม่ได้ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอก ความสูง จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของอ้อยแตกต่างกันทางสถิติทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2

4) การให้น้ำส่งผลให้อ้อยได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการไม่ให้น้ำ แต่มีต้นทุนการผลิตอ้อยค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในปีแรก (อ้อยปลูก) จากค่าการวางระบบน้ำและระบบให้ปุ๋ย ซึ่งทำให้ในปีแรกการให้น้ำมีผลตอบแทนสูงกว่าการไม่ให้น้ำเล็กน้อย แต่ในอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 เมื่อสามารถรักษาผลผลิตอ้อยไว้ได้จากการให้น้ำโดยมีต้นทุนที่ไม่สูงขึ้นมากนัก จึงทำให้การให้น้ำได้ผลตอบแทนสูงกว่าการไม่ให้น้ำอย่างชัดเจน

5) การให้น้ำตามร่องถึงได้ผลผลิต และผลตอบแทนสูงเช่นกัน แต่การให้น้ำมีการสูญเสียน้ำมากกว่าการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดถึง 1.5 เท่า จึงอาจเป็นการให้น้ำที่ไม่เหมาะกับสถานการณ์ปัจจุบันเพราะมีน้ำอยู่อย่างจำกัด

ข้อเสนอแนะเพื่อการใช้ประโยชน์

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลูกอ้อยโดยใช้ระบบน้ำหยดที่มีการออกแบบและติดตั้งระบบน้ำที่เหมาะสมตลอดจนมีการให้น้ำที่ถูกวิธีทั้งระยะเวลาและปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้ง ทำให้ได้ผลผลิตสูง มีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจและประหยัดการใช้น้ำ ผลการทดลองสามารถนำไปถ่ายทอดให้เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยหรือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรทั้งของหน่วยงานราชการหรือโรงงานน้ำตาล โดยอาจทำเป็นคู่มือการปลูกอ้อยในระบบน้ำหยด หรือในรูปแบบการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2540). คู่มือการบันทึกข้อมูลพืชไร่. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการเกษตร.(2548). คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.(พิมพ์ครั้งที่ 1) .เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. (2544). คู่มือการศึกษาวิจัยด้านดินและปุ๋ยกับพืชไร่. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไท

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชุมพล นาควิโรจน์ และสุพิน สุวรรณ. (2548). การจัดการดินและปุ๋ยในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังในดินชุดแม่ริมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2548. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชุมพล นาควิโรจน์ และไพโรจน์ พันธุ์พฤกษ์. 2549. การจัดการดินและปุ๋ยในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังในดินชุดแม่ริมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารดินปุ๋ย. 28(1): 30-41

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. (2546). คู่มือวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช.

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. (2547). ประวัติความสำคัญ. เอกสารวิชาการอ้อย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งสกุล, นาวี จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. (2545). การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. วารสารเคหการเกษตร. 4708

ธรรมนูญ แก้วคงคา, จักรพงษ์ เจิมศิริ, อุดม รัตนารักษ์, อนันต์ ทองภู, บพิตร อุไรพงษ์ และชูศักดิ์ มลิชัยศรี. (2548). การศึกษาเปรียบเทียบการให้น้ำระบบร่องคูและระบบน้ำหยดสำหรับอ้อยในชุดดินกำแพงแสนในเขตภาคกลาง. ใน เอกสารวิชาการเรื่อง ผลงานปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2548. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

ธงชัย ตั้งเปรมศรี, นริศร ขจรผล, จรัญ อารีย์, วันทนา ตั้งเปรมศรี และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม. (2535). การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาเนื่องจากการขาดน้ำของอ้อย 4 พันธุ์(อ้อยตอ2). ในรายงานผลการวิจัยประจำปี 2535 : อ้อย. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 164-169

ทองดี บ้านดอน. (2540). เทคโนโลยีระบบน้ำ. วารสารเคหการเกษตร. 21(10). 157-165.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย, วันชัย ถนอมทรัพย์, สงบภัย นามไพศาลสถิต. (2549). การตอบสนองของอ้อยต่อความถี่การให้น้ำ(ความสามารถในการไว้ตอ) II บนชุดดินสตึก ในเขตจังหวัดขอนแก่น. รายงานผลงานวิจัยปี 2549 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย .(2550). ปัจจัยที่มีผลในการไว้ตออ้อยในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. นิตยสารพืชพลังงาน. 1 (10) : 50-54.

ทักษิณา และสงบภัย นามไพศาลสถิต . (2545). ความสามารถในการแตกกอและการให้ผลผลิตในระดับประชากรต่างๆของอ้อยพันธุ์ 90-2-029 90-2-020 และ 90-2-043 . เอกสารประกอบการประชุมแถลงผลงานวิจัยปี 2544. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น.

เนต้าฟิม. มปป.คู่มือการปลูกอ้อยด้วยระบบน้ำหยดใต้ดิน

ปิยะ ดวงพัตรา. (2538). การให้ปุ๋ยทางระบบชลประทาน. หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 273-276.

ปรีชา พราหมณีย์ และคณะ . (2544) . รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอ้อยโดยใช้โปรแกรม CaneFert 1.0 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

มนตรี ค้ำชู. (2538). หลักการชลประทานแบบหยด. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 152-209.

วันชัย ถนอมทรัพย์ และทักษิณา ศันสยะวิชัย. (2549). การจัดการน้ำสำหรับอ้อยบนชุดดินเหนียวชุดราชในเขตชลประทานภาคกลาง บทคัย่อการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติครั้งที่ 6 17-19 สิงหาคม 2549 ณ โรงแรมเบเวอร์ลีฮิลล์ปาร์ค จังหวัดนครสวรรค์.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. (2542). รายงานประจำปีศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2547). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2547 [ออนไลน์]. ได้จาก: http : //www.oae.go.th/statistic/yearbook47.htm.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2550). การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ. เอกสารประกอบการบรรยายการสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

Anitta Fanish Sundara Raj, Purushothaman Muthukrishnan and Pachamuthu Ayyadurai. (2013**).** Root Characters of Maize as Influenced by Drip Fertigation Levels. American Journal of Plant Sciences. 4**:** 340-348.

Ayars, J.E., Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Davis, K.R., Schoneman, R.A., Vail, S.S., Mead, R.M., (1999). Subsurface drip irrigation of row crops. Agricultural Water Management. 42. 1-27.

Choudhary, O.P., Iosan, A.S., Bajwa, M.S., Kapue., (2004). Effect of sustained sodic and saline sodic Irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid condition. Field Crop Research. 87. 103-116.

Howell, T.A., Schneider, A.D., Evett, S.R., (1997). Subsurface and surface microirrigation of corn: Sourthern high plains. Trans. ASAE 40, 6336-641.

Indian National committee on irrigation and Drainage., (1994). Drip irrigation in India. New Delhi.

Inman-Bamber, N.G. Smith, D.M., (2005). Water relations in sugarcane and response to water deficits. Field Crop Research. 92. 185-202.

Jantawat S., Vichukit V., Putthacharoen, and R. Howeler. (1991). Cultural practices for erosion control in cassava. In : M. Schnepf (Ed.). Proc. Intern. Workshop on Conservation Farming on Hill Slopes. March 20-29,1989. Taichung,Taiwan, R.O.C. pp. 201-205.

Lamm, F.R., Trooien, T.P., (2007). Subsurface drip irrigation for corn production: a review of 10 years of research in Kansas. Irrigation Science. 22. 195-200.

Thomas, L.T., Scott, A.W., James, W. and Greg, J.S. (2003). Fertigation frequency for subsurface drip-irrigated Broccli. Soil science society of American Journal. 67(3): 910-918.

Rodrigues, F.A., Lala, M.L., Zingartti, S.M., (2009). Analysis of gene expression profiled under water stress in tolerant and sensitive sugarcane plant. Plant sciences. 176. 286-302

Vicente, P.R., Bernarnardo, B.D.S., Walker, G.A. (2013). Crop coefficient, water requirements, yield and water use efficiency of sugarcane growth in Brazil. Agricultural Water Management. 128. 102-109.

Wiedefeld, N., (2008). Effect of irrigation water salinity and electrostatic water treatment for sugarcane production. Agricultural Water Management. 95.86-88.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นายสุดชล วุ้นประเสริฐ (Mr. Sodchol Wonprasaid)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224161, โทรสาร 044-224281
e-mail; sodchol@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

ชื่อสถาบัน	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขา	ปีที่จบ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ตรี	B.Sc.	Agronomy	1983
University of Western Australia, Australia	โท	M.Sc.	Crop Science	1992
University of Kentucky, USA.	เอก	Ph.D.	Soil Science	2003

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

1.การจัดการดิน ปุ๋ย ธาตุอาหารพืช
2.การจัดการน้ำ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

1. ผู้อำนวยการแผนการวิจัย: -เทคโนโลยีการจัดการดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช สำหรับการผลิตมันสำปะหลัง

2. หัวหน้าโครงการวิจัย:

1) Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. ACIAR

2) Integrated nutrient management for rainfed lowland conditions. IRRI

3) การจัดการน้ำ และธาตุอาหารพืชในถั่วเหลือง

3. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึง N ของถั่วที่มีต่อผลผลิต ข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนข้าว-ถั่วเหลือง โดย N-15 เทคนิค. (2545) วารสารดินและปุ๋ย. 24: 1-21 . ผู้ร่วมวิจัย

2. การใช้ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. (2536)รายงานประจำปีศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมวิชาการเกษตร. หน้า 109-115. ผู้ร่วมวิจัย

3. ความไวในการตอบสนองของดัชนีชี้วัดคุณภาพของดินต่อการ จัดการดินและระบบพืช. (2546) รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 9. 5 หน้า หัวหน้าโครงการ

4. ประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง. (2539) รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6. 3-6 กันยายน 2539. หน้า 172 - 179. หัวหน้าโครงการ

5. Effects of Fe-Amino Acid Chelate Foliar Application on Nutrient Uptake, Growth and Yield of Chili (Capsicum annuum L.). In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand ผู้ร่วมวิจัย

6. Control release and split fertilizer application for rainfed lowland rice in sandy soils.(1992) RLRC Final Report IRRI. 40. หัวหน้าโครงการ

7. Effects of Ethephon Application on Grape Fruit Quality and Yield. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand .ผู้ร่วมวิจัย

8. Effects of Rice Growing Systems and PGPR on Nitrogen Fixation and Rice Yield. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand.หั วหน้าโครงการ

9. Gas Generation from Anaerobic Fermentation of Animal Manures and Their Liquid Residue Applications on Organic Hydroponics. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand. ผู้ร่วมวิจัย

10. Improved water conservation and nutrient-use efficiency via subsoil compaction and mineral fertilization. (1998) In: Rainfed Lowland Rice : Advances in Nutrient Management Research, Ladha JK, Wade LJ, Dobermann A, Reichardt W, Kirk GJD,

Piggin C (editors). International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines 245-256. ผู้ร่วมวิจัย

11. Integrated nutrient management on sesbania-rice systems. (1993) RLRC Final Report IRRI35-37. หัวหน้าโครงการ

12. Nitrogen Fixation Efficiency of *Azospirillum largimobile* in System of Rice Intensification: SRI. In The ASA-CSSA-SSSA 2010 International Annual Meetings. 31 Oct. - 4Nov. Longbeach CA. USA .หัวหน้าโครงการ

13. Nitrous Oxide Emissions from Fertilized Upland Fields in Thailand. (2001) Nutrient Cycling in Agroecosystems. 57:55-65. ผู้ร่วมวิจัย

14. Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. (1995) ACIAR Proceedings No. 56. 98-103. หัวหน้าโครงการ

15. Performance of contrasting rice cultivars selected for rainfed lowland conditions in relation to soil fertility and water availability. (1996) Field Crops Research. 47: 267 หัวหน้าโครงการ

16. Screening aquatic legumes for potential use as pre-rice green manure on unproductive sandy soil. (1992) RLRC Final Report IRRI. 36-39. หัวหน้าโครงการ

17. Stimulation of Nitrogen Release from Organic Fertilizer for Organic Vegetable Production. In 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agriculture Technology. 25-27 August. Bangkok. Thailand. ผู้ร่วมวิจัย

18. The management of rice straw, fertilisers and leaf litters in rice cropping systems in Northeast Thailand. 2. Rice yields and nutrient balances. (1999) Plant and Soil. 209, 29- 36 . ผู้ร่วมวิจัย

19. The management of rice straw, fertilisers and leaf litters to enhance the sustainability of rice cropping systems in North-east Thailand. 1. Soil Carbon Dynamic. (1999) Plant and Soil. 209,21-28. ผู้ร่วมวิจัย

ทุน วช.

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นายธีรยุทธ เกิดไทย

Mr. TEERAYOOT GIRDTHAI

ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง

จ. นครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30000

โทรศัพท์ (044)-224155 หรือ (081)-8913822 โทรสาร (044)-224281

e-mail; teerayoot@sut.ac.th;

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ปริญญา	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา
2545	ตรี	วท.บ. (เกษตรศาสตร์)	พืชไร่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2552	เอก	ปร.ด. (พืชไร่ 2 (1) ปรับปรุงพันธุ์พืช)	พืชไร่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- ปรับปรุงพันธุ์พืช
- สรีระวิทยาพืช
- สถิติเพื่อการวิจัยทางการเกษตร

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Kesmala, T., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2010. Relationship between root characteristics of peanut (Arachis hypogaea L.) in hydroponics and pot studies. Crop Science 50; 159-167.
2. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2010. Associations between physiological traits for drought tolerance and aflatoxin contamination in peanut genotypes under terminal drought. Plant Breeding, doi:10.1111/j.1439-0523.2009.01738.x.
3. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2010. Heritability of, and genotypic correlations between, aflatoxin traits and physiological traits for drought tolerance under end of season drought in peanut (Arachis hypogaea L.). Field Crops Research 118; 169-176.
4. **Girdthai**, T., Jogloy, S., T., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Patanothai, A., and Holbrook, C.C., 2009. Heritability estimates of the physiological traits for terminal drought tolerance and genotypic and phenotypic correlation with agronomic traits of peanut (Arachis hypogaea L.). In The 3rd International Conference on Integrated Approaches to Improve Crop Production under Drought-Prone Environments. VIVAsha Resort Hotel, Shanghai, China. October 11-16, 2009
5. **Girdthai**, T., Jogloy, S., T., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Patanothai, A., and Holbrook, C.C., 2009. Physiological traits for drought tolerance as indirect selection tools for lower aflatoxin contamination in peanut (Arachis hypogaea L.) under terminal drought. In The 3rd International Conference on Integrated Approaches to Improve Crop Production under Drought-Prone Environments. VIVAsha Resort Hotel, Shanghai, China. October 11-16, 2009
6. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2008. Associations between physiological traits for drought tolerance and aflatoxin contamination

in peanut genotypes under terminal drought. In American Peanut Research and Education Society 2008 Annual Meeting. Renaissance Hotel, Oklahoma City, Oklahoma, USA. July 15-18, 2008.

7. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2008. Association between surrogate traits of drought tolerance and aflatoxin contamination in peanut cultivars under terminal drought. In The International Seminar on Sustainable Agriculture Development in Responses to Global Climate Change. June 6 -7, 2008.
8. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2009. Heritability of, and genotypic correlations between, aflatoxin traits and physiological traits for drought tolerance under end of season drought in peanut (Arachis hypogaea L.). In The 2009 technical meeting of the senior research scholars' projects in field crops. Bhumipol Dam, Samngao district, Tak, Thailand. Nov 18 -19, 2009.
9. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2009. Relationship between root characteristics of peanut (Arachis hypogaea L.) in hydroponics and pot studies. In The 2009 technical meeting of the senior research scholars' projects in field crops. Bhumipol Dam, Samngao district, Tak, Thailand. Nov 18 -19, 2009.
10. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2008. Association between surrogate traits of drought tolerance and aflatoxin contamination in peanut under terminal drought stress. In The RGJ-Ph.D. Congress IX. Jomtien Palm Beach Hotel & Resort Pattaya. Chonburi, Thailand. Apr 4 -6, 2008
11. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2008. Heritability estimates of the physiological traits for terminal drought tolerance and genotypic and phenotypic correlation with agronomic traits of peanut (Arachis hypogaea L.). In RGJ Seminar Series: Drought Tolerance in Crop Plants.

Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. Aug 24, 2009

12. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2008. Relationship between root characteristics of peanut (Arachis hypogaea L.) in hydroponics and pot studies. In RGJ Seminar Series: Drought Tolerance in Crop Plants. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. Aug 24, 2009
13. **Girdthai**, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Wongkaew, S., Holbrook, C.C., and Patanothai, A., 2007. Association between surrogate traits of drought tolerance and aflatoxin contamination in peanut under terminal drought stress. In The 2007 technical meeting of the senior research scholars' projects in field crops. Ubolrat Dam, Ubolrat, Khon Kaen, Thailand. Nov 14 -15, 2007.