รหัสโครงการ SUT 302–62–12–07

รายงานการวิจัย

ระบบน้ำหยดอัจฉริยะสำหรับการผลิตอ้อยในแปลงขนาดใหญ่ (Smart Drip irrigation for Sugarcane Production in Large-Scale Plantation)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT 302–62–12–07

รายงานการวิจัย

ระบบน้ำหยดอัจฉริยะสำหรับการผลิตอ้อยในแปลงขนาดใหญ่ (Smart Drip irrigation for Sugarcane Production in Large-Scale Plantation)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร มะชิโกวา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ศรีแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2562

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2564

กิตติกรรมประกาศ

โครงการระบบน้ำหยดอัจฉริยะสำหรับการผลิตอ้อยในแปลงขนาดใหญ่ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) การดำเนินงานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณ โรงงานน้ำตาลสุรินทร์ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่ทำการทดลองตลอดการทดลอง ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ จนเกิดผลสำเร็จที่ดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุดของประเทศ แต่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำมากเนื่องจากเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและสภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบที่ความอุดมสมบูรณ์และการอุ้มน้ำต่ำ การให้น้ำในระบบน้ำหยดสามารถเพิ่มผลผลิตของอ้อยได้และเริ่มมีการนำไปใช้โดยเกษตรกรในภูมิภาคนี้ แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการให้น้ำหยดแบบอัจฉริยะสำหรับการผลิตอ้อยโดยนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากผลการวิจัยเบื้องต้นไปพัฒนาและทดสอบในสภาพการปลูกอ้อยในสภาพแปลงใหญ่ 3 แห่ง ในจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์ โดยทำการทดลองเปรียบเทียบการปลูกอ้อยในสภาพน้ำฝน กับการปลูกอ้อยในระบบน้ำหยด 3 วิธีได้แก่ 1) การให้น้ำตามการคำนวณโดยใช้ Irrigation software+ให้ปุ๋ยทางดิน 2) การให้น้ำตามการคำนวณโดยใช้ Irrigation software+ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และ 3) การให้น้ำตามเซ็นเซอร์+ให้ปุ๋ยในระบบน้ำ โดย Irrigation software ได้ถูกพัฒนาให้สามารถคำนวณรูปแบบการให้น้ำโดยใช้หลักการ Water balance ส่วนเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการทดลองเป็น Water mark sensor ที่วัดความชื้นดินในรูปของศักย์ของน้ำ (Water potential) ผลการทดลองพบว่าทุกสถานที่การให้น้ำทุกกรรมวิธี อ้อยมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ โดยการให้น้ำและให้ปุ๋ยในระบบน้ำ อ้อยมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน ส่วนการควบคุมการให้น้ำโดยใช้ Irrigation software เปรียบเทียบกับการควบคุมโดยเซ็นเซอร์ อ้อยให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน แต่การใช้เซ็นเซอร์ควบคุมการให้น้ำสามารถประหยัดน้ำและอ้อยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าการควบคุมการให้น้ำด้วย Irrigation software

เมื่อคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกอ้อย พบว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำมีต้นทุนต่ำที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีให้น้ำควบคุมด้วยเซ็นเซอร์มีต้นทุนสูงที่สุด อย่างไรก็ตามการให้น้ำหยดกรรมวิธีต่างๆ ได้ผลผลิตอ้อยรายได้ และผลตอบแทนที่สูงกว่าการไม่ให้น้ำเนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างการให้น้ำวิธีต่างๆ พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำให้ผลตอบแทนสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดินส่วนการควบคุมการให้น้ำทั้ง 2 แบบให้ผลตอบแทนที่ใกล้เคียงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSTRACT

Northeastern region has the largest sugarcane plantation area. However, the average yield is very low because it is mostly grown under rainfed conditions and soils are mostly sandy with low fertility and low water holding capacity. Drip irrigation can increase sugarcane yields and is beginning to be used by farmers in the region. However, most farmers are still unable to control the water supply appropriately. This research aims to develop a smart drip irrigation system comprising a wireless sensor system, an automatic irrigation system and irrigation software based on the initial research work and to test it in 3 large sugarcane fields of Nakhon Ratchasima, Buriram and Surin province. In each area, sugarcane cultivation under rainfed conditions was compared with the cultivation under 3 drip irrigation systems including 1) Software-based irrigation+soil fertilization 2) Software-based irrigation+fertigation and 3) Sensor-based irrigation+fertigation. Irrigation software had been developed to be able to calculate the water pattern using the water balance principle. The sensor used in the experiment is a water mark sensor that measures soil moisture in the form of water potential. The results showed that in each site, all drip irrigation systems produced higher sugarcane yields than the rainfed system. Fertigation had higher fertilizer use efficiency and yield than soil fertilization. The software-based irrigation and sensor-based irrigation produced similar sugarcane yields but the sensor-based irrigation could save more water and had higher water use efficiency than the software-based irrigation.

The evaluation of cost and return of sugarcane production reviewed that the rainfed sugarcane had the lowest production cost, while the sensor-based irrigation system had the highest production cost. However, all drip irrigation systems produced more incomes and returns than the rainfed system due to increased productivity. When comparing the returns among different methods of irrigation, it was found that the fertigation produced more return than the soil fertilization whereas the two types of irrigation control systems had similar returns.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
ABSTRACT ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... จ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 8
3.1 กิจกรรมที่ 1 การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ 8
3.2 กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการน้ำในอ้อย (irrigation software) 8
3.3 กิจกรรมที่ 3 การทดสอบต้นแบบระบบน้ำหยดอัจฉริยะในการผลิตอ้อย 9
3.4 กิจกรรมที่ 4 การประเมินความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตอ้อยด้วยอากาศยานไร้คนขับ 13
บทที่ 4 ผลการทดลอง 14
4.1 กิจกรรมที่ 1 การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ 14
4.2 กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการน้ำในอ้อย (irrigation software) 16
4.3 กิจกรรมที่ 3 การดำเนินการทดสอบต้นแบบระบบน้ำหยดอัจฉริยะในการผลิตอ้อย 16
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล 35
เอกสารอ้างอิง 39
ประวัตินักวิจัย 41

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ผลของวิธีการให้น้ำ ผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 5
ตารางที่ 2.2 ความต้องการน้ำของอ้อย และปริมาณการให้น้ำของอ้อยแต่ละกรรมวิธี 5
ตารางที่ 3.1 การคำนวณความถี่และระยะเวลาการให้น้ำสำหรับการปลูกอ้อยในระบบน้ำหยด 9
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของดินก่อนปลูก แปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา (ดินร่วนเหนียวปนทราย) .. 11
ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง แปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ (ดินร่วนทราย) 11
ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง แปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ (ดินร่วนเหนียว) 11
ตารางที่ 3.5 ปริมาณธาตุอาหารที่ให้ในแต่แปลงทดลอง 11
ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ 17
ตารางที่ 4.2 ผลของการให้น้ำต่อความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 18
ตารางที่ 4.3 ผลของการให้น้ำต่อจำนวนหน่อของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 19
ตารางที่ 4.4 ผลของการให้น้ำต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 19
ตารางที่ 4.5 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 20
ตารางที่ 4.6 ปริมาณน้ำฝนระหว่างการทดลองและปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ 20
ตารางที่ 4.7 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 21
ตารางที่ 4.8 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย (บาท/ไร่) 22
ตารางที่ 4.9 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 23
ตารางที่ 4.10 ผลของการให้น้ำต่อความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 24
ตารางที่ 4.11 ผลของการให้น้ำต่อจำนวนหน่อของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 24
ตารางที่ 4.12 ผลของการให้น้ำต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 25
ตารางที่ 4.13 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 25
ตารางที่ 4.14 ปริมาณน้ำฝนระหว่างการทดลองและปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ 26
ตารางที่ 4.15 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 26
ตารางที่ 4.16 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย (บาท/ไร่) 27
ตารางที่ 4.17 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลองแปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ 28
ตารางที่ 4.18 ผลของการให้น้ำต่อความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 28
ตารางที่ 4.19 ผลของการให้น้ำต่อจำนวนหน่อของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3 29
ตารางที่ 4.20 ผลของการให้น้ำต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในใบของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3 29
ตารางที่ 4.21 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 30
ตารางที่ 4.22 ปริมาณฝนและปริมาณการให้น้ำในอ้อยปลูก 30

ตารางที่ 4.23 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยของอ้อยปลูก พันธุ์ขอนแก่น 3 30
ตารางที่ 4.24 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย 31
ตารางที่ 4.25 ผลของการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ 33
ตารางที่ 4.26 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 34
ตารางที่ 5.1 สรุปผลของวิธีการควบคุมการให้น้ำต่อผลผลิตอ้อยของทั้ง 3 แห่ง 36
ตารางที่ 5.2 สรุปปริมาณการใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำทั้ง 3 แห่ง 37
ตารางที่ 5.3 สรุปต้นทุนและผลตอบแทนทั้ง 3 แห่ง 38

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 ควบคุมการให้น้ำด้วยระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย (ซ้าย) ควบคุมการให้น้ำด้วยIRRIGATION SOFTWARE (ขวา) 12
รูปที่ 4.1 การติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยใช้ WATER MARK SENSOR และใช้โซลาเซลล์เป็นแหล่งพลังงาน 14
รูปที่ 4.2 ระบบปั๊มน้ำอัตโนมัติ 15
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของ SOIL WATER POTENTIAL ระหว่าง TENSIOMETER และ WATER MARK SENSOR 15
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างตารางการให้น้ำตาม IRRIGATION SOFTWARE 16
รูปที่ 4.5 ผลของการควบคุมการให้น้ำในระบบน้ำหยดต่อความชื้นในดิน แปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ 18
รูปที่ 4.6 ผลการควบคุมการให้น้ำในระบบน้ำหยดต่อความชื้นในดิน แปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 23
รูปที่ 4.7 แผนที่ดัชนีพืชพรรณของอ้อยแปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศ แหล่งปลูกอ้อยที่มากที่สุดอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่ำกว่า 10 ตันต่อไร่ น้ำเป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของอ้อยที่สำคัญที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนน้อยและมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มาก ดังนั้นจึงมักประสบกับสภาวการณ์ขาดแคลนน้ำ การให้น้ำจึงมีความสำคัญต่อศักยภาพของผลผลิตอ้อยเป็นอย่างมาก

จากงานวิจัยเบื้องต้นของทีมวิจัย ซึ่งทำการศึกษาการให้น้ำในระบบน้ำหยดและระบบน้ำตามร่อง พบว่าการให้น้ำแก่อ้อยทั้ง 2 ระบบทำให้ได้ผลผลิตอ้อยในปีแรกประมาณ 25-28 ตันต่อไร่ ส่วนอ้อยตอยังคงได้ผลผลิตมากกว่า 20 ตันต่อไร่แต่วิธีการให้น้ำหยดใช้น้ำน้อยกว่าการให้น้ำตามร่องประมาณ 30% ส่วนการไม่ให้น้ำได้ผลผลิตในปีแรกประมาณ 15 ตันต่อไร่และในอ้อยตอได้ผลผลิต 11-12 ตันต่อไร่ ทั้งนี้การศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการศึกษาภายในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยในสภาพแปลงขนาดเล็กและมีการให้น้ำตามความต้องการของอ้อยโดยคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc) และค่าศักย์การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) การให้น้ำดังกล่าวจำเป็นต้องมีการคำนวณหารูปแบบการให้น้ำ (ปริมาณ และความถี่ของการให้น้ำ) ในทุกพื้นที่ที่ปลูกพืช ซึ่งการคำนวณทำได้ยากโดยเกษตรกร คณะวิจัยจึงได้ทำการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการน้ำ (Irrigation software) ที่ใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถนำไปประยุกต์ได้กับพืชหลายชนิดโดยการปรับค่า parameter ที่เหมาะสม เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ และความลึกของราก

ถึงอย่างไรก็ตามการคำนวณความต้องการน้ำจากค่า ETo มักคำนวณจากสภาพภูมิอากาศในอดีตที่ผ่านมาเพื่อความสะดวกและทันต่อการวางแผนให้น้ำ แต่สภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีความแปรปรวนอยู่ตลอดเวลาทำให้การคำนวณ ค่า ETp และค่าความต้องการน้ำของพืช (ETc) เกิดความผิดพลาดได้ ส่วนค่า Kc ที่นำมาใช้อาจมีความไม่แน่นอน เพราะพืชแต่ละชนิดถ้าต่างพันธุ์หรือปลูกในสภาพที่ต่างกันการเจริญเติบโตและปริมาณการใช้น้ำก็ต่างกันออกไปด้วย ทางคณะวิจัยจึงได้มีการทดสอบการควบคุมการให้น้ำด้วยระบบ sensor ซึ่งการปะยุกต์ใช้ sensor ในการควบคุมการให้น้ำจำเป็นต้องมีการส่งข้อมูลได้จากระยะไกลเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ทางทีมวิจัยได้มีการออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดความชื้นดินและยังได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทดแทนการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ แต่การนำระบบ sensor และระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้กับสภาพการปลูกอ้อยยังมีจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพในสภาพแปลงปลูกอ้อยขนาดใหญ่ที่มีความแปรปรวนทั้งสภาพดินและสิ่งแวดล้อมโดยมีการดำเนินการร่วมกับกับบริษัทผู้ผลิตน้ำตาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อให้งานวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง อีกทั้งเป็นการส่งเสริมผลผลิตเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมน้ำตาลเพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาระบบการให้น้ำหยดแบบอัจฉริยะสำหรับการผลิตอ้อยโดยนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากผลการวิจัยเบื้องต้นไปพัฒนาและทดสอบในสภาพการปลูกอ้อยแปลงใหญ่

2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้น้ำโดยการควบคุมน้ำด้วยระบบ wireless sensor กับวิธีในการคำนวณน้ำตามหลัก Water balance โดยใช้ Irrigation software

3) เพื่อพัฒนาความรู้ และทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบน้ำหยดในการผลิตอ้อย ให้กับพนักงานส่งเสริมของโรงงานน้ำตาลและเกษตรกร

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดความชื้นดินเพื่อใช้กับไร่อ้อยแปลงใหญ่ และสร้างชุดต้นแบบระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติที่ใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการน้ำแก่ไร่อ้อย (Irrigation software) ตามหลัก Water balance โดยใช้ข้อมูลพืช (อ้อย) สภาพภูมิอากาศ คุณสมบัติของดิน และระบบน้ำหยด นำระบบ Wireless sensor และ Irrigation software ไปทดสอบการควบคุมน้ำในไร่อ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดสุรินทร์และบุรีรัมย์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัย จะได้นวัตกรรมระบบน้ำหยดอัจฉริยะในการเพิ่มผลผลิต คุณภาพและศักยภาพในการไว้ตอของอ้อย เป็นการลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อย

2) โครงการวิจัยนี้จะเป็นฐานขยายองค์ความรู้ในการเพิ่มผลผลิตของอ้อย และเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในภาครัฐ และเอกชน

3) ได้พัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ให้มีความรู้ในด้านเทคโนโลยี การให้น้ำ และปุ๋ยทางระบบน้ำสำหรับอ้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญและสถานการณ์ผลิตและการส่งออก

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศ นอกจากจะใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบทางด้านอุตสาหกรรมน้ำตาล ยังเป็นวัตถุดิบในด้านพลังงานเชื้อเพลิง โดยอ้อยสามารถปลูกได้ดีตั้งแต่ดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนปนทราย ไม่ชอบสภาพดินเหนียวจัด ดินทรายจัดหรือดินลูกรัง พื้นที่ปลูกควรเป็นที่ราบ ถ้าปลูกในสภาพน้ำฝนควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,200 มม./ปี อายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 10-12 เดือน เก็บผลผลิตได้ 2-3 ปี โดยมีสภาพแวดล้อม ดิน พันธุ์ และการบำรุงดูแลรักษาเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมผลผลิตและคุณภาพของอ้อย ปัจจุบันแหล่งปลูกอ้อยส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีพื้นที่ครอบคลุม 20 จังหวัด รวมพื้นที่ประมาณ 4.8 ล้านไร่ (43% ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด) มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 9.31 ตันต่อไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2560) ซึ่งถือว่าผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตอ้อยต่ำ มาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินในชุดดิน 40, 35, 41 และ44 (ปรีชา พราหมณีย์ และคณะ, 2544) ซึ่งเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย การดูดยึดธาตุอาหารต่ำ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้น้อยการระบายน้ำสูง ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งน้ำและปุ๋ยจากการชะล้างลงลึกเกินระดับราก และพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่เป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งมักมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีน้อยและการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ

อ้อยจัดเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำในปริมาณสูง เมื่อเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่น น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของอ้อย การให้น้ำชลประทานแก่อ้อยในปริมาณและในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด โดยจากการทดลองการศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงของอายุการเจริญเติบโตของอ้อย พบว่าการให้น้ำเสริมในระยะย่างปล้องมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อยมากที่สุดคือ 13.55 ตัน/ไร่ ส่วนการให้น้ำเสริมที่ระยะแตกกอ ให้ผลผลิต 11.52 ตัน/ไร่ การให้น้ำเสริมที่ระยะตั้งตัวให้ผลผลิต 11.27 ตัน/ไร่ และการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิต 9.09 ตัน/ไร่ (นุชจรินทร์ พึ่งพา และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม, 2555) ในระยะระยะย่างปล้องจึงถือว่าเป็นระยะวิกฤตต่อการขาดน้ำของอ้อย แต่ผลกระทบจากการขาดน้ำนอกจากจะทำให้ผลผลิตต่ำแล้วยังส่งผลถึงเปอร์เซ็นต์การงอกและการไว้ตอของอ้อย เพราะโดยทั่วไปเกษตรกรจะตัดอ้อยในช่วงแล้ง (ธันวาคม - เมษายน) ซึ่งมีสภาพอากาศร้อน และแห้งแล้ง ดินมีความชื้นต่ำ ทำให้การงอกของอ้อยตอลดลง (ทักษิณา ศันสยะวิชัย, 2550)

ธงชัย ตั้งเปรมศรี และคณะ (2535) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ต่อขาดน้ำของอ้อย 4 พันธุ์ เป็นเวลา 3 ปี สรุปได้ว่า ผลกระทบต่ออ้อยอันเนื่องมาจากความแห้งแล้ง คือ ลักษณะความสูง การตอบสนองต่อความแห้งแล้งขึ้นกับพันธุ์อ้อย โดยพันธุ์อู่ทอง 1 และพันธุ์อีเหี่ยว แสดงการทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์ Q 83

จากการทดสอบการตอบสนองต่อความถี่การให้น้ำ บนดินเหนียวชุดราชบุรี จังหวัดชัยนาท พบว่าการให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 60 และ90 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำที่เมื่อระยะเวลาให้น้ำห่างออกไป (วันชัย ถนอมทรัพย์ และทักษิณา ศันสยะวิชัย, 2549) และในชุดดินสตึกจังหวัดขอนแก่น การให้น้ำในช่วงแล้งทำให้มีกอตายน้อยลง มีกอคงเหลือมากกว่าที่ไม่ให้น้ำ การรักษากออ้อยให้อยู่รอดข้ามช่วงแล้งได้ ทำให้ได้ผลผลิตดีทั้งอ้อยปลูก และอ้อยตอแรก การให้น้ำในช่วงแล้งที่ค่าการระเหยสะสมครบ 60 มิลลิเมตร ทำให้ได้ผลผลิตดีทั้งในอ้อยปลูก และอ้อยตอแรก หรือถ้ามีน้ำจำกัด การให้น้ำเมื่อค่าการระเหยสะสมครบ 120 มิลลิเมตร กออ้อยสามารถมีชีวิตรอดเพิ่มขึ้น และให้ผลผลิตได้ดีกว่าที่ไม่มีการให้น้ำ แต่ในอ้อยตอ 2 ถึงแม้จะได้รับน้ำ จำนวนกอตายก็ยังเพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลผลิตลดลงมาก และจากการศึกษาการตอบสนองของอ้อยต่อการให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ บนชุดดินสตึก พบว่าควรให้น้ำในระยะตั้งตัว และย่างปล้อง โดยมีระยะเวลาการให้น้ำ 170 วัน การขาดน้ำในระยะแตกกอมีผลให้จำนวนลำเก็บเกี่ยว และผลผลิตลดลงจากที่ได้รับน้ำสมบูรณ์ (ทักษิณา ศันสยะวิชัย และคณะ, 2549)

จากการศึกษาการให้น้ำชลประทานระบบน้ำหยด และระบบให้น้ำตามร่องกับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 3 ในชุดดินกำแพงแสน จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าการให้น้ำชลประทานตามความต้องการของพืชให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของอ้อยสูงกว่าการปลูกอ้อยที่อาศัยน้ำฝนอย่างชัดเจน โดยให้ผลผลิตอ้อยปลูกเฉลี่ย 19.75 และ 16.13 ตัน/ไร่ และผลผลิตอ้อยตอแรก เฉลี่ย 18.69 และ 14.70 ตัน/ไร่ สำหรับการให้น้ำ และไม่ให้น้ำ ตามลำดับ (ธรรมนูญ แก้วคงตา และคณะ, 2548) ระบบให้น้ำแบบหยด (Drip Irrigation) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาจากประเทศ ใช้ได้กับการปลูกพืชเกือบทุกชนิด หลักของการใช้น้ำหยด คือให้ความชื้นแก่ดินในรูปของกรวยตัดแล้วให้รากพืชเจริญเติบโตอยู่ภายในกรวยของความชื้นนั้น โดยรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับความชื้นชลประทาน (Field capacity) ตลอดเวลา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการให้น้ำแก่พืชหลายชนิดช่วยให้สามารถประหยัดน้ำได้เป็นอย่างดี วิธีนี้เป็นที่นิยมทั่วไป และมีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบันโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำและแรงงานในการให้น้ำ และจากการศึกษาพบว่ามีผลตอบแทนที่คุ้มค่าในพืชหลายชนิด (Ayars et al., 1999) ในประเทศไทยมีการประยุกต์วิธีการให้น้ำหยดทั้งระบบน้ำหยดแบบบนดินและแบบฝังใต้ดินในอ้อย ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อย และสามารถไว้ตอได้นาน เพิ่มค่าความหวาน (% CCS) เนื่องจากอ้อยได้รับน้ำ และธาตุอาหารที่ครบถ้วน เพราะสามารถให้ปุ๋ยไปพร้อมกับระบบน้ำได้ การให้น้ำหยดยังป้องกันการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ดีกว่าการให้น้ำในระบบอื่นๆ เพราะความชื้นที่ผิวดินอยู่ในวงจำกัด เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายเรื่องสารเคมีปราบวัชพืช นอกจากนั้นแล้วการให้น้ำระบบน้ำหยดยังป้องกันการกัดเซาะผิวหน้าดิน และการกระจายตัวของดินเค็มในพื้นที่วงเปียก

จากการทดลองการให้น้ำแก่อ้อยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สุดชล วุ้นประเสริฐ และคณะ, 2561) โดยมีการให้น้ำตามร่อง การให้น้ำหยดบนดิน และการให้น้ำหยดใต้ดิน พบว่าการให้น้ำทุกระบบทำให้อ้อยมีผลผลิตที่สูงกว่าการปลูกอ้อยในสภาพน้ำฝน ทั้งอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 (ตารางที่ 2.1) โดยในอ้อยปลูก แปลงให้น้ำตามร่อง ให้น้ำหยดบนดิน และให้น้ำหยดใต้ดิน มีผลผลิตสูงกว่าไม่ให้น้ำ 9.6 , 9.7 และ 12.8 ตัน/ไร่ ส่วนในอ้อยตอ 1 ผลผลิตเพิ่มขึ้น 8.7, 9.1 และ 8.3 ตัน/ไร่ ในขณะที่อ้อยตอ 2 พบว่าการ

ให้น้ำมีผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 12.3, 13.1 และ 12.8 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตมีความแตกต่างกันมากขึ้นในอ้อยตอที่ 2 เป็นเพราะในแปลงที่ไม่ให้น้ำผลผลิตอ้อยตอมีค่าต่ำลง ในขณะที่การให้น้ำสามารถรักษาระดับผลผลิตได้ใกล้เคียงกันทุกปี การให้น้ำตามร่องผลผลิตใกล้เคียงกับการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด แต่มีการใช้น้ำมากกว่าประมาณ 50% (ตารางที่ 2.1) จึงไม่เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีน้ำจำกัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 2.1 ผลของวิธีการให้น้ำ ผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ

กรรมวิธี	**ผลผลิตอ้อย** (ตัน/ไร่)			
	อ้อยปลูก	**อ้อยตอ 1**	**อ้อยตอ 2**	**เฉลี่ย**
สภาพน้ำฝน (ไม่ให้น้ำ)	15.8	14.2	11.6	13.9
การให้น้ำตามร่อง	25.4	22.8	24.0	24.1
การให้นำหยดบนดิน	25.5	23.3	25.7	24.8
การให้น้ำหยดใต้ดิน	28.7	22.5	25.4	25.5

ตารางที่ 2.2 ความต้องการน้ำของอ้อย และปริมาณการให้น้ำของอ้อยแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	**อ้อยปลูก** (เม.ย.) (ลบ.ม./ไร่)	**อ้อยตอ 1** (มี.ค.) (ลบ.ม./ไร่)	**อ้อยตอ 2** (ก.พ.) (ลบ.ม./ไร่)	**เฉลี่ย** (ลบ.ม./ไร่)
ความต้องการน้ำปริมาณการให้น้ำจริง	1,854	1,913	1,963	1,910
- ให้ตามร่อง	720	757	585	687
- ให้น้ำหยดบนดิน	480	505	390	458
- ให้น้ำหยดใต้ดิน	480	505	390	458

การให้น้ำโดยหลัก Water balance

การหาระยะเวลาและปริมาณน้ำที่ให้ สามารถประเมิน ได้จากความชื้นของดินที่เปลี่ยนไปตามการใช้น้ำของพืชและปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ โดยปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop evapotranspiration, ETc) สามารถคำนวณได้จากค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evapotranspiration, ETo) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ดังแสดงในสมการ

$$ETc = ETo \times Kc$$

จากสมการที่ใช้คำนวณ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ต้องให้กับอ้อย (ETc) ต้องคำนวณจากค่า ETo ซึ่งเป็นค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพอากาศที่อาจมีความแปรปรวน อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น ซึ่งหากค่า ETo ที่วัดได้มีความแปรปรวน จะส่งผลทำให้ค่า ETc คลาดเคลื่อนได้ สำหรับค่า Kc เป็นอีกค่าหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณ ETc ค่านี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่นเดียวกัน ได้แก่ อายุ การเจริญเติบโต และชนิดของพืช (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545) นอกจากนี้ปริมาณการให้น้ำที่ให้แก่พืชในแต่ละครั้งต้องคำนึงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Water holding capacity, WHC) ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน การให้น้ำดังกล่าวจำเป็นต้องมีการคำนวณหารูปแบบการให้น้ำ (ปริมาณ และความถี่ของการให้น้ำ) ในทุกพื้นที่ที่ปลูกพืชหรือเมื่อช่วงเวลาในการปลูกเปลี่ยนไปต้องมีการคำนวณใหม่ทั้งหมด ซึ่งการคำนวณทำได้ยากโดยเกษตรกร คณะวิจัยโดย อาทิตย์ ศรีแก้ว และคณะ (2558) ได้ทำการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบจำลองการให้น้ำ (Irrigation software) เพื่อให้เกษตรกรสามารถหารูปแบบการให้น้ำใช้ได้ง่ายและแม่นยำ โดยการนำเทคนิควิธีทางปัญญาประดิษฐ์ เช่น เครือข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) และตรรกะคลุมเครือ (fuzzy logic) มาใช้ในการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองการให้ และนำมาพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ใช้งานจริงบนอุปกรณ์ที่มีแพลตฟอร์มอย่างเหมาะสม เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone) หรือแท็บเล็ต (tablet) ซึ่ง software ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ได้กับพืชหลายชนิดโดยการปรับค่า parameter ที่เหมาะสมเช่น ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ และความลึกของราก ถึงอย่างไรก็ตามการคำนวณความต้องการน้ำจากค่า ETo มักคำนวณจากสภาพภูมิอากาศในอดีตที่ผ่านมาเพื่อความสะดวกและทันต่อการวางแผนให้น้ำ แต่สภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีความแปรปรวนอยู่ตลอดเวลาทำให้การคำนวณค่า ETo และค่าความต้องการน้ำของพืช (ETc) เกิดความผิดพลาดได้ และถ้าหากจะใช้สภาพอากาศในขณะปลูกพืชในการคำนวณทำได้ยากเพราะอาจมีความจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์จำนวนมากใกล้กับพื้นที่ปลูก เพื่อให้ได้ข้อมูลหลายอย่างที่ทันสมัย ส่วนค่า Kc ที่นำมาใช้อาจมีความไม่แน่นอน เพราะพืชแต่ละชนิดถ้าต่างพันธุ์หรือปลูกในสภาพที่ต่างกัน หรือมีการจัดการที่ต่างกัน มักมีการเจริญเติบโตและปริมาณการใช้น้ำต่างกันด้วย

ปัจจุบันการให้น้ำแก่พืชหลายชนิด ได้นำเซ็นเซอร์มาใช้วัดความชื้นในดิน และควบคุมการให้น้ำแก่พืชโดยเซ็นเซอร์จะช่วยให้การให้น้ำพอดีกับการใช้น้ำของพืช และยังช่วยลดการสูญเสียน้ำ โดยมีหลายงานวิจัยที่พบว่าการปลูกพืชโดยใช้ระบบน้ำหยดที่ใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดิน มีผลทำให้การให้น้ำมีความเที่ยงตรง ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำ ลดค่าใช้จ่าย และยังใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Yildirim and Demiral, 2011) ตัวอย่างการใช้เซ็นเซอร์เพื่อผลิตพืชบางชนิด เช่น การปลูก zucchini squash โดยใช้การควบคุมการให้น้ำด้วยเซ็นเซอร์สามารถประหยัดน้ำได้ 33-80% แต่ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต (Zotarelli et al., 2008) สำหรับในสนามหญ้าพบว่าระบบดังกล่าวสามารถลดการใช้น้ำได้สูงถึง 65% และได้หญ้าที่มีคุณภาพดี (Cardenas-Lailhacar and Dukes, 2012) นอกจากนี้ในการปลูกมะเขือเทศพบว่าการให้น้ำระบบนี้ช่วยลดปริมาณการให้น้ำได้ 15-51% และยังช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนจากดิน และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 11-80% (Zotarelli et al., 2009)

การปะยุกต์ใช้เซ็นเซอร์ในการควบคุมการให้น้ำจำเป็นต้องมีการส่งข้อมูลได้จากระยะไกลเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการเก็บข้อมูลและประมวลผล ทางทีมวิจัย (สุดชล วุ้นประเสริฐ และฐิติพร มะชิโกวา, 2559) ได้มีการออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดความชื้นดินเพื่อทดแทนการนำเข้าเทคโนโลยีจาก

ต่างประเทศที่มีราคาแพง และยังได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต อย่างไรก็ตามการยังไม่มีการนำระบบ wireless sensor และระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้กับระบบน้ำหยดในพื้นที่ปลูกอ้อยขนาดใหญ่ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพในสภาพแปลงปลูกอ้อยจริงที่มีความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆ เช่น เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และคุณสมบัติอื่นๆ ของดิน รวมถึงสภาพแวดล้อมอื่นๆ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 กิจกรรมที่ 1 การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

1) ดำเนินการพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดความชื้นดินให้เหมาะสมกับแปลงเพาะปลูกอ้อย โดยการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวในการควบคุม และใช้การเชื่อมต่อผ่านโมดูล ZigBee ย่านความถี่ 2.4 GHz ด้วยเครือข่ายแบบเมช (Mesh network) เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูลในระบบ และเลือกใช้เซ็นเซอร์ water mark ที่วัดค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential)

2) พัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติที่ใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพื่อให้สามารถควบคุมการให้น้ำได้จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยเลือกใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความเสถียรในพื้นที่

3) ดำเนินการทดสอบเบื้องต้นติดตั้งโดยระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดความชื้นดินชนิด water mark ที่วัดศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) ที่ระดับความลึก 15 และ 30 เซนติเมตร และระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติในบริเวณแปลงปลูกอ้อยของฟาร์มมหาวิทยาลัยโดยใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์ (Solar cell) เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหลักให้กับระบบ

4) ทำการเปรียบเทียบค่า soil water potential จากการวัดการวัดด้วยเซ็นเซอร์ (water mark) และจาก Tensiometer โดยทำการติดตั้ง Tensiometer ไว้ในแปลงอ้อยบริเวณเดียวกับ water mark sensor และทำการวัดค่า soil water potential จาก sensor และ Tensiometer เพื่อนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์

3.2 กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการน้ำในอ้อย (irrigation software)

ดำเนินการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการน้ำในอ้อย (irrigation software) โดยใช้หลัก Water balance โดยการนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการให้น้ำ 4 อย่างคือ 1) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc) 2) ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) 3) การอุ้มน้ำของดิน 4) ระบบน้ำหยด 5) ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ มาเป็นปัจจัยในการคำนวณปริมาณและความถี่ของการให้น้ำ โดยตัวอย่างการคำนวณความถี่ และระยะเวลาการให้น้ำจากค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยโปรแกรม Excel เมื่อปลูกอ้อยในดินร่วนเหนียวช่วงเดือนมกราคมที่ จ.นครราชสีมา (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 การคำนวณความถี่และระยะเวลาการให้น้ำสำหรับการปลูกอ้อยในระบบน้ำหยด

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
จำนวนวัน	31	29	31	30	31	30	31	31	30	30
Etp	3.37	3.95	4.39	4.64	4.2	3.95	3.89	2.79	3.36	3.42
Kc	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.2	0.93	0.63	0.52
Etc (มม/วัน)	2.19	3.40	4.96	6.26	6.55	5.10	4.67	2.59	2.12	1.78
ระยะห่างแถว (ม.)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ระยะรูน้ำหยด (ม.)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
จำนวนรูน้ำหยด (ต่อไร่)	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556
อัตราการไหล (ลิตร/ชม.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
อัตราการไหล (ลิตร/ไร่/ชม.)	7,111	7,111	7,111	7,111	7,111	7,111	7,111	7,111	7,111	7,111
อัตราการไหล (มม./ชม.)	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44
การอุ้มน้ำ (มม/ซม.)	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
ให้น้ำที่ระดับรากลึก (ซม.)	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30
การอุ้มน้ำที่ระดับราก (มม.)	33	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5
ยอมให้พืชใช้ (%)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
การใช้น้ำแต่ละครั้ง (มม.)	18.15	27.23	27.23	27.23	27.23	27.23	27.23	27.23	27.23	27.23
ความถี่ในการให้น้ำ (วัน)	8	8	5	4	4	5	6	10	13	15
ระยะเวลาให้น้ำ (ชม.)	4.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1

3.3 กิจกรรมที่ 3 การทดสอบต้นแบบระบบน้ำหยดอัจฉริยะในการผลิตอ้อย

นำเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ และซอฟต์แวร์ควบคุมการให้น้ำในอ้อย (irrigation software) มาทดสอบในการให้น้ำในระบบน้ำหยดสำหรับการปลูกอ้อยในแปลงขนาดใหญ่

1) ดำเนินการในพื้นที่ 3 แห่ง คือ อ.เมือง จ.นครราชสีมา (ดินร่วนเหนียวปนทราย) อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ (ดินร่วนทราย) และอ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ (ดินร่วนเหนียว)
2) พื้นที่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา และ อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ ทำการทดสอบเปรียบเทียบ เทคโนโลยีการปลูกอ้อย จำนวน 4 วิธีการ คือ

T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน

T2: ให้น้ำตามการคำนวณจาก software+ให้ปุ๋ยทางดิน

T3: ให้น้ำตามการคำนวณจาก software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ

T4: ให้น้ำตามเซ็นเซอร์+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ

สำหรับแปลงเกษตรกร อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ เนื่องจากมีข้อจำกัดในการทำแปลงทดลอง จึงได้ทดสอบเปรียบเทียบการปลูกอ้อย 3 วิธีการ คือ

T1: ไม่ให้น้ำ+ปุ๋ยทางดิน

T2: ให้น้ำตามการคำนวณจาก software+ให้ปุ๋ยทางดิน

T3: ให้น้ำตามการคำนวณจาก software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ

3) วิธีดำเนินการ ในแต่ละพื้นที่จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 แปลงๆ ละ 4 ไร่ ตามกรรมวิธีทดลอง (T1-T4) ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 แบบแถวคู่ โดยใช้รถปลูกระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร โดยทำการปลูกอ้อยในเดือนมกราคม และเก็บผลผลิตอ้อยที่อายุประมาณ 12 เดือน

กรรมวิธีที่ T1 การไม่ให้น้ำใช้ตามแนวปฏิบัติของเกษตรกรในพื้นที่นั้นและให้ปุ๋ยทางดิน โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกพร้อมปลูก และครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุประมาณ 3 เดือน

กรรมวิธีที่ T2-T4 มีการให้น้ำ โดยทำการติดตั้งระบบน้ำหยด โดยใช้เทปน้ำหยดที่มีอัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง และมีระยะระหว่างรูน้ำหยด 30 เซนติเมตร 1 เส้น/แถวอ้อย ใน T2 มีการให้ปุ๋ยทางดินเหมือน T1 ส่วน T3 และT4 มีการให้ปุ๋ยในระบบน้ำหยด โดยการแบ่งใส่ 5 ครั้ง เมื่ออ้อยมีอายุระหว่าง 1-4 เดือน

การให้น้ำ T2 และT3 (รูปที่ 3.1 (ขวา)) จะคำนวณการให้น้ำโดยซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการน้ำ (Irrigation software) โดยหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) จากค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ซึ่งได้จากข้อมูลสภาพอากาศของสถานีตรวจอากาศในพื้นที่ทดลอง และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc) โดยปริมาณการให้น้ำในแต่ละครั้ง คำนวณให้จนถึงจุด Field Capacity (FC) ของดิน โดยใน 2 เดือนแรกหลังปลูก คำนวณความชื้นดินระดับ FC ที่ความลึก 20 เซนติเมตร แต่ 2 เดือนหลังจากปลูกคำนวณที่ความลึก 30 เซนติเมตร การให้น้ำครั้งถัดไปปล่อยให้พืชได้ใช้น้ำครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (Available water holding capacity, AWHC) ในกรณีที่มีฝนตกมีการคำนวณปริมาณฝนใช้การ จากนั้นมีการปรับการให้น้ำหรือเลื่อนระยะเวลาการให้น้ำให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำฝน

การให้น้ำตามกรรมวิธี T4 (รูปที่ 3.1 (ซ้าย)) คือการควบคุมน้ำด้วยระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยทำการติดตั้งระบบ wireless sensor สำหรับวัดความชื้น (water mark) ที่วัดค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) จำนวน 2 ชุด โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ห่างจากต้นอ้อยประมาณ 25 เซนติเมตร ที่ความลึกประมาณ 15 และ30 เซนติเมตร การให้น้ำในระยะ 2 เดือนแรก ให้น้ำเมื่อศักย์ของน้ำที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ตัวบนต่ำกว่า -80 เซ็นติบาร์ และหลังจาก 2 เดือนไปแล้ว จะใช้ความชื้นเฉลี่ยของเซ็นเซอร์ทั้งสองเป็นตัวกำหนดส่วนระยะเวลาการให้น้ำจะหยุดให้น้ำเมื่อเซ็นเซอร์ตัวบนวัดค่าศักย์ของน้ำได้ -10 เซ็นติบาร์ (ใน 2 เดือนแรก) หลังจาก 2 เดือนจะหยุดให้น้ำเมื่อเซ็นเซอร์ตัวล่างวัดค่าศักย์ของน้ำได้ -10 เซ็นติบาร์ การกำหนดให้น้ำที่ศักย์ของน้ำกว่า -80 เซ็นติบาร์ เพราะได้มีการทดสอบก่อนการทดลอง พบว่าถ้าปล่อยให้ค่าศักย์ของน้ำในดินต่ำกว่าจุดนี้จะเกิดผลกระทบต่อขบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืชจึงใช้ค่า -80 เซ็นติบาร์ เป็นจุดวิกฤตของการให้น้ำ

ทั้งนี้ในแปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา และแปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ มีการติดตั้งระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติโดยการติดตั้งโซลินอยด์วาล์วในแต่ละแปลงและติดตั้งระบบควบคุมปั๊มน้ำที่สามารถควบคุมการให้น้ำได้จากระยะไกลโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่วนที่ อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ ไม่สามารถติดตั้งระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติได้เพราะไม่มีไฟฟ้าในพื้นที่ การให้น้ำที่ อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ จึงเป็นแบบใช้คนเปิด-ปิดปั๊มน้ำ และวาล์วน้ำที่หน้าแปลงปลูก

ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ในทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยสูตรเดียวกันตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยก่อนปลูกอ้อยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินแล้วแปรผลเพื่อกำหนดสูตรปุ๋ย โดยมีผลการวิเคราะห์ดินในตารางที่ 3.2-3.4 จากผลการวิเคราะห์ดินที่ได้นำมาใช้กำหนดสูตรปุ๋ยหรือปริมาณธาตุอาหารพืชที่ให้กับอ้อย ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของดินก่อนปลูก แปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา (ดินร่วนเหนียวปนทราย)

ตัวอย่าง	EC (dS/m)	pH	%OM	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
0-20	0.059	7.39	1.31	9.72	87.5	2,200	202
20-40	0.081	7.53	1.18	7.99	66.1	2,454	141
เฉลี่ย	0.070	7.46	1.25	8.86	76.8	2,327	171

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง แปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ (ดินร่วนทราย)

ตัวอย่าง	EC	pH	%OM	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
0-20	0.029	5.98	1.03	6.175	51.5	750	159
20-40	0.026	5.42	0.82	3.875	35.8	549	90.2
เฉลี่ย	0.027	5.70	0.93	5.025	43.7	650	124

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง แปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ (ดินร่วนเหนียว)

ตัวอย่าง	EC (dS/m)	pH	%OM	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
0-20	0.250	6.54	1.90	158	110	2,998	1,887
20-40	0.300	7.03	1.20	161	84.9	2,998	2,027
เฉลี่ย	0.275	6.79	1.55	159	97.4	2,998	1,957

ตารางที่ 3.5 ปริมาณธาตุอาหารที่ให้ในแต่แปลงทดลอง

แปลงทดลอง	**N** (กก.ต่อไร่)	**P_2O_5** (กก.ต่อไร่)	**K_2O** (กก.ต่อไร่)
1. ดินร่วนทราย แปลง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์	22	16	35
2. ดินร่วนเหนียวปนทราย แปลง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	21	16	15
3. ดินร่วนเหนียว แปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์	16	4	10

4) การเก็บข้อมูล

1. คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง โดยทำการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) วิเคราะห์ค่าความเค็มของดิน (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปริมาณ K, Ca และ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้ หาความชื้นดินที่ระดับ Field capacity และ Permanent wilting point โดยใช้ pressure plate chamber และคำนวณปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available water)

2. วัดค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) ที่ระดับความลึก 20 และ 40 เซนติเมตร โดยใช้ Water mark sensor ในกรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) และกรรมวิธีให้น้ำ (T4)

3. ข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 2, 4 และ 6 เดือน ได้แก่ 1) ความสูง วัดจากอ้อยลำหลักจากโคนถึงคอใบสุดท้ายที่มองเห็น (Top Visible Dewlap: TVD) โดยสุ่มวัดจาก 10 กอ จากอ้อย 4 แถวกลาง แล้วหาค่าเฉลี่ย 2) จำนวนหน่อ สุ่มนับจำนวนหน่อจาก 4 แถวกลาง ยาว 4 เมตร

4. วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช N, P และ K ในใบอ้อยที่อายุ 4 เดือน

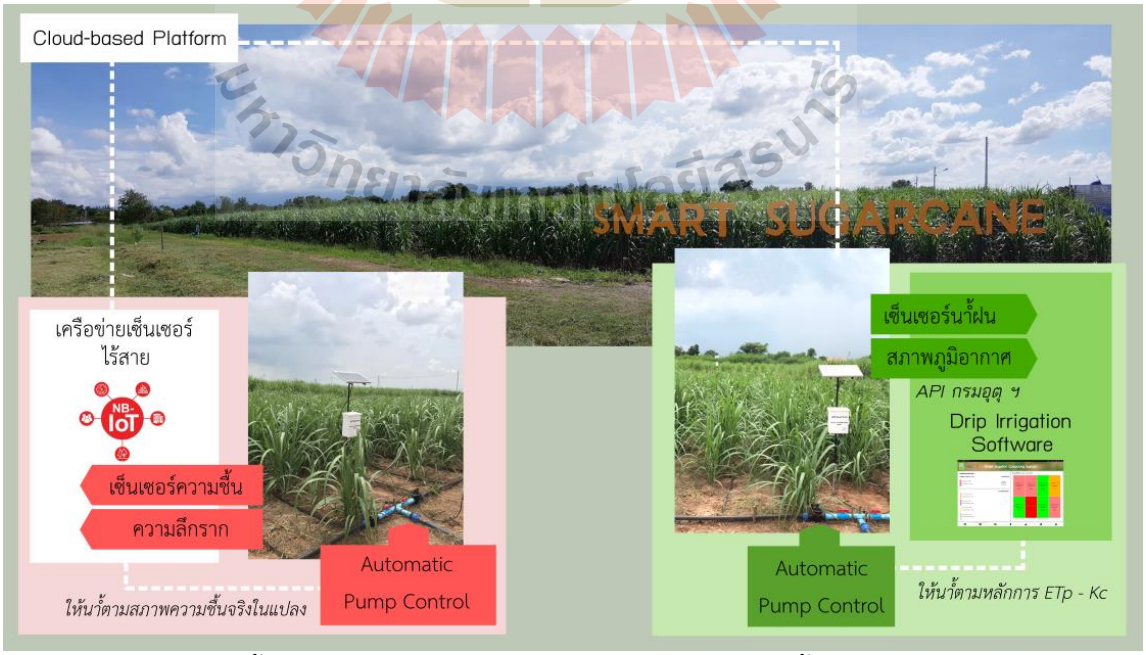
5. วัดผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต (เช่น ความสูง จำนวนลำ เส้นผ่าศูนย์กลางลำ จำนวนหน่อ การแตกกอ) และความหวาน (CCS) ที่อายุ 12 เดือน

6. เปรียบเทียบปริมาณการให้น้ำจากการใช้ irrigation software และระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย และหาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยจากสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้น้ำ} = \frac{\text{ผลผลิต (กก./ไร่)}}{\text{ปริมาณน้ำที่ให้ (ลบ.ม./ไร่)}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย} = \frac{\text{ผลผลิต (กก./ไร่)}}{\text{ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (กก./ไร่)}}$$

7. วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละกรรมวิธี



รูปที่ 3.1 ควบคุมการให้น้ำด้วยระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย (ซ้าย) ควบคุมการให้น้ำด้วย Irrigation software (ขวา)

3.4 กิจกรรมที่ 4 การประเมินความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตอ้อยด้วยอากาศยานไร้คนขับ

โครงการฯ ได้นำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับและภูมิสารสนเทศมาใช้ในการประเมินความสมบูรณ์ของอ้อยเพื่อเปรียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีที่มีการให้น้ำแบบต่างๆ และไม่ให้น้ำ แต่เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาและความพร้อมของอุปกรณ์จึงสามารถดำเนินการได้เพียงสถานที่เดียวคือ อ.เมือง จ.นครราชสีมา โดยมีการดำเนินการดังนี้

1) ใช้อากาศยานไร้คนขับและกล้องมัลติสเปคตรัมบินสำรวจและบันทึกภาพที่ความสูง 50 เมตร ในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต
2) จัดทำแผนที่ Orthophoto map จากนั้นสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณของชั้นข้อมูลและทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณออกมาเป็นแผนที่เพื่อที่แสดงความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณในแต่ละแปลง โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS
3) เปรียบเทียบค่าดัชนีพืชพรรณกับผลผลิตอ้อยที่ได้จากการสุ่มวัดผลผลิตในแต่ละแปลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 กิจกรรมที่ 1 การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

1) ได้ดำเนินการพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless sensor networks) สำหรับวัดความชื้นดิน (รูปที่ 4.1) และระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ (รูปที่ 4.2) โดยได้ติดตั้งระบบในบริเวณแปลงปลูกอ้อยของฟาร์มมหาวิทยาลัย อ.เมือง จ.นครราชสีมา ภายในแปลงปลูกติดตั้งระบบน้ำหยด

2) ทำการทดสอบการวัดความชื้นและระบบการให้น้ำด้วยระบบปั๊มน้ำอัตโนมัติ พร้อมทั้งเปรียบเทียบความชื้นจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยการวัดด้วย Tensiometer ผลการทดสอบระบบ มีดังนี้

1. การส่งข้อมูลความชื้นดินจากเซ็นเซอร์ (soil water potential) ในแปลงขึ้นสู่คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ของ www.thingspeak.com พบว่าสามารถส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์ได้อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง

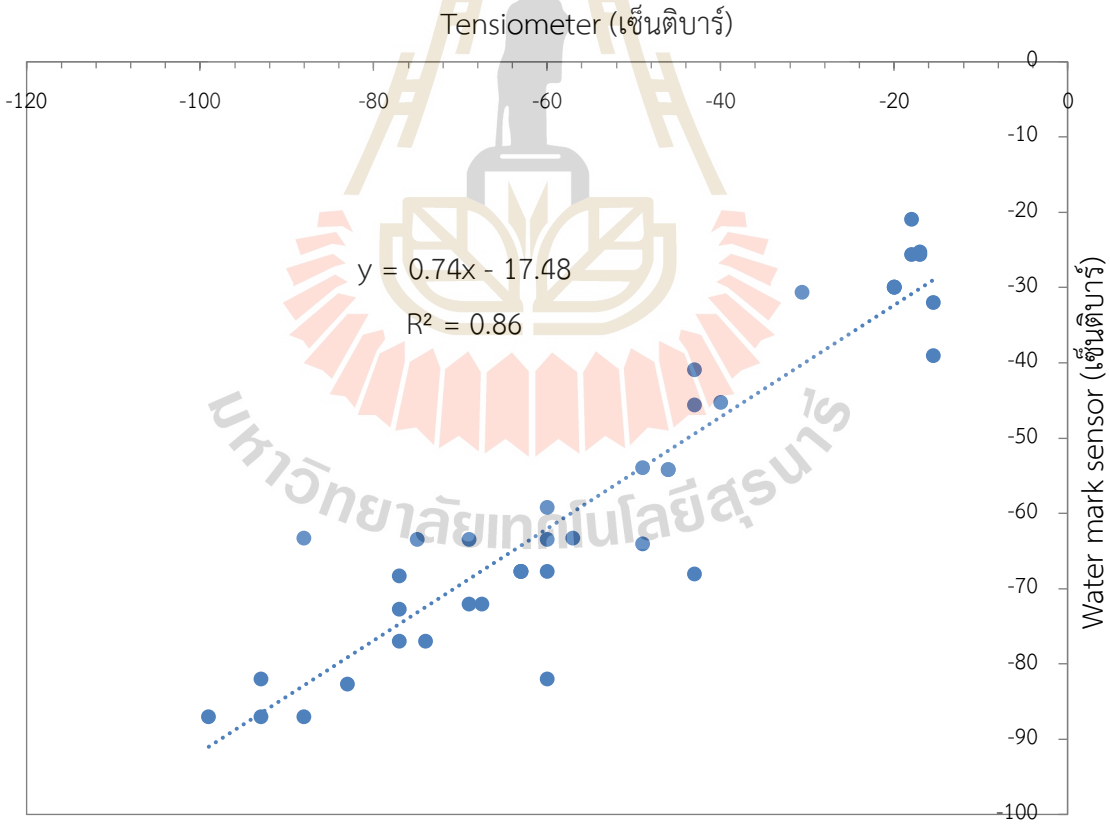
2) Water mark sensor วัดความชื้นในดินได้ใกล้เคียงกับการวัดด้วย Tensiometer (รูปที่ 4.3) ซึ่งบ่งชี้ว่า Water mark sensor ที่ใช้ในการทดลองมีการวัดที่แม่นยำ

3) ระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติมีความเสถียรโดยสามารถให้น้ำได้ทั้งแบบอัตโนมัติหรือควบคุมได้จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ตลอดระยะเวลาการทดสอบ

Water mark sensor ตำแหน่งการติดตั้งในแปลงอ้อย

รูปที่ 4.1 การติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยใช้ water mark sensor และใช้โซลาเซลล์เป็นแหล่งพลังงาน

รูปที่ 4.2 ระบบปั๊มน้ำอัตโนมัติ

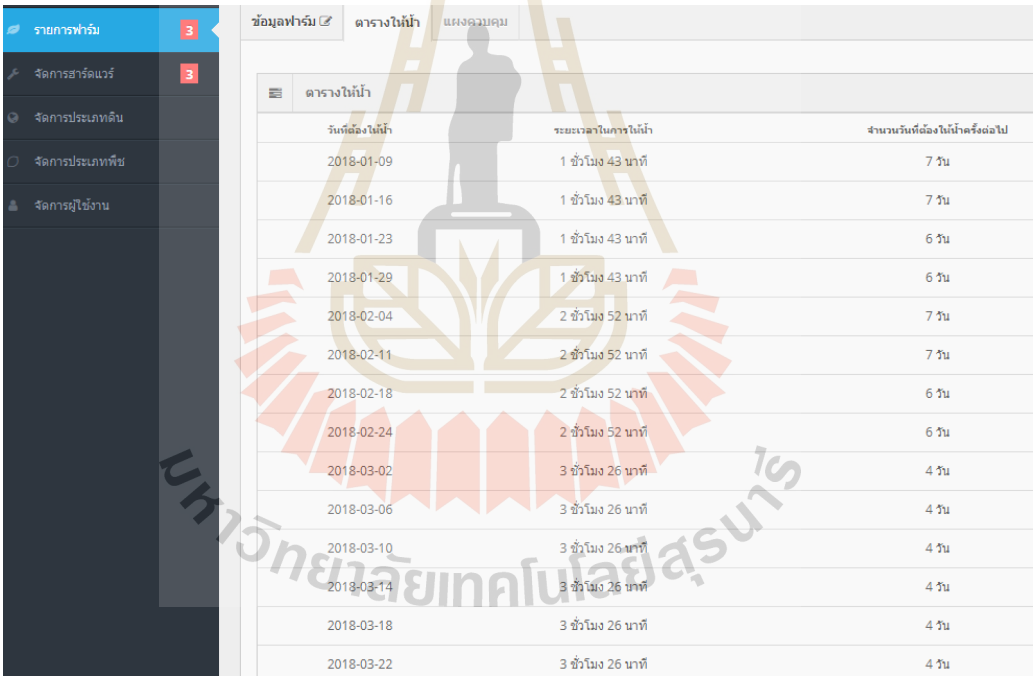


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของ Soil water potential ระหว่าง Tensiometer และ Water mark sensor

4.2 กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการน้ำในอ้อย (irrigation software)

1) ได้ดำเนินการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการน้ำในอ้อย (irrigation software) ตามหลักการ Water balance โดยนำirrigation software ที่ได้พัฒนามาก่อนในมันสำปะหลังมาปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการให้น้ำ 5 อย่างคือ 1) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc) 2) ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) 3) การอุ้มน้ำของดิน 4) ระบบน้ำหยด 5) ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ มาเป็นปัจจัยในการคำนวณปริมาณและความถี่ของการให้น้ำ โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและการอุ้มน้ำของดิน ใช้ข้อมูลที่มีการศึกษามาก่อนแล้วโดยนำมาใส่ไว้เป็นฐานข้อมูล ส่วนระบบน้ำหยดขึ้นอยู่กับการออกแบบในพื้นที่ และปริมาณน้ำฝนจำเป็นต้องมีการประเมินจากพื้นที่ปลูกจริง

2) ได้ทดสอบการคำนวณการให้น้ำ โดยคำนวณความถี่และจำนวนชั่วโมงการให้น้ำของอ้อยที่ปลูกโดยใช้ค่า Kc ของอ้อยและใช้ค่า ETp ของพื้นที่ต่างๆ และเปรียบเทียบกับการคำณวน ด้วยโปรแกรม Excel พบว่าซอฟต์แวร์คำนวณการให้น้ำได้ถูกต้อง แต่มีความละเอียดในการคำนวณมากกว่าเพราะมีการคำนวณเป็นรายวัน ในขณะที่การใช้โปรแกรม Excel ทำได้เพียงเป็นรายเดือนหรือรายสัปดาห์เท่านั้น



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างตารางการให้น้ำตาม irrigation software

4.3 กิจกรรมที่ 3 การดำเนินการทดสอบต้นแบบระบบน้ำหยดอัจฉริยะในการผลิตอ้อย

ดำเนินการทดสอบต้นแบบระบบน้ำหยดอัจฉริยะที่มีการควบคุมการให้น้ำโดยคำนวนด้วย irrigation software และการควบคุมด้วยการวัดความชื้นดินจากระบบ wireless sensor พร้อมทั้งทดสอบระบบการควบคุมปั๊มน้ำอัตโนมัติในการปลูกอ้อยพื้นที่ขนาดใหญ่ใน 3 พื้นที่ที่มีเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกัน โดยมีผลการทดลองในแต่ละพื้นที่ดังนี้

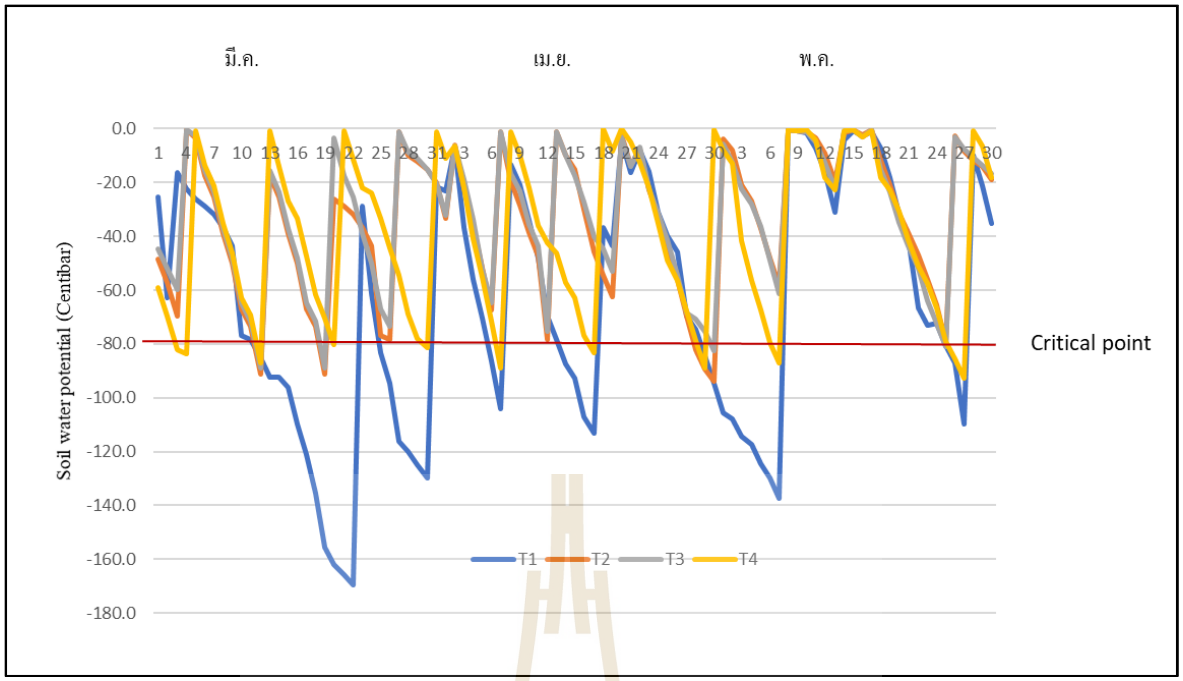
4.3.1 แปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์

1) คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง จากผลการวิเคราะห์ดินแสดงในตารางที่ 4.1 โดยดินที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นดินร่วนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีค่า pH (5.70) เป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.93%) available P (5.03 มก./กก.) มีค่าต่ำ exchangeable K (43.7 มก./กก.) มีค่าต่ำ exchangeable Ca (650 มก./กก.) มีค่าต่ำ exchangeable Mg (124 มก./กก.) มีค่าต่ำ ส่วนการวัดการอุ้มน้ำของดินโดยใช้ pressure plate chamber พบว่ามีค่า Field capacity (FC) 16.0% Permanent wilting point (PWP) 7.5% และมีค่า Available water (AW) 8.5% เป็นดินที่มีการอุ้มน้ำได้น้อย

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์

ตัวอย่าง	EC (dS/m)	pH 1:5	OM (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	FC (%)	PWP (%)	AW (%)
0-20 cm.	0.029	5.98	1.03	6.18	51.5	750	159	15.8	7.4	8.4
20-40 cm.	0.026	5.42	0.82	3.88	35.8	549	90.2	16.2	7.6	8.6
เฉลี่ย	0.027	5.70	0.93	5.03	43.7	650	124	16.0	7.5	8.5

2) ค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) ที่ระดับความลึก 20 และ40 เซนติเมตร จากผลการศึกษาศักย์ของน้ำในดินร่วนทรายของแปลงทดลองแปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ในช่วง 3 เดือนแรกหลังปลูกอ้อย (รูปที่ 4.5) พบว่าการให้น้ำในทุกกรรมวิธี (T2-T4) มีค่าเฉลี่ยศักย์ของน้ำในดินอยู่ระหว่าง 0 ถึง -80 เซ็นติบาร์ ซึ่งเป็นช่วงระหว่างความชื้นชลประทาน (Fc) ถึงความชื้นที่จุดวิกฤต (Critical moisture level) เป็นความชื้นที่ยอมให้พืชนำไปใช้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ อ้อยจึงไม่ได้รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) อ้อยได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตบางช่วงอยู่ในสภาวะขาดน้ำ (water stress) จากภาะฝนทิ้งช่วง สังเกตได้จากค่าศักย์ของน้ำในดินที่น้อยกว่า -100 เซ็นติบาร์ คือมีความชื้นต่ำกว่าระดับวิกฤต ซึ่งส่งผลให้พืชไม่สามารถดูดน้ำมาใช้ได้เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย



รูปที่ 4.5 ผลของการควบคุมการให้น้ำในระบบน้ำหยดต่อความชื้นในดิน แปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์

3) การเจริญเติบโตของอ้อย

- ความสูง จากการวัดความสูงของอ้อยพบว่า อ้อยในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีความสูงมากกว่าอ้อยกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างเห็นได้ชัดในทุกระยะที่เก็บข้อมูล แต่ในทุกกรรมวิธีที่มีการให้น้ำ (T2-T4) ความสูงของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุ 2-6 เดือน (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ผลของการให้น้ำต่อความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)		
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	9.5b	23.8b	147b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	14.6a	38.8a	192a
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	13.2a	37.7a	181a
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	14.3a	36.4a	194a
CV (%)	11.0	12.3	8.08

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

- จำนวนหน่อ จากการทดลองพบว่า อ้อยในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีจำนวนหน่อมากกว่าอ้อยในกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำ แต่ในกรรมวิธีการให้น้ำด้วยกันไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในทุกช่วงของการเก็บข้อมูล (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลของการให้น้ำต่อจำนวนหน่อของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ (ไร่)		
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	1,2426 b	1,8941 b	1,1905 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	1,9897 a	2,4824 a	1,2956 ab
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	1,9529 a	2,4647 a	1,3205 a
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	1,8985 a	2,4235 a	1,3103 a
CV (%)	14.2	8.96	8.03

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4) ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อย จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบอ้อยทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ให้น้ำ (T2-T4) มีแนวโน้มพบปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงกว่าการไม่ให้น้ำ (T1) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่ำกว่าปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบอ้อย ส่วนโพแทสเซียมอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ผลของการให้น้ำต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบ		
	N (%)	P (%)	K (%)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	1.47	0.16	1.29
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	1.33	0.14	1.37
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	1.38	0.15	1.40
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	1.39	0.15	1.40
CV (%)	6.43	21.3	15.2
ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบอ้อย	2.0-2.6	0.22-0.30	1.0-1.6

5) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่มีการให้น้ำผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย เช่น ความยาวลำ จำนวนลำ และน้ำหนักลำ มากกว่าในกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำ แต่ระหว่างกรรมวิธีที่ให้น้ำด้วยกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ถึงแม้ว่า T2 มีแนวโน้มที่ให้ผลผลิตน้อยกว่า ส่วนค่าความหวานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีทั้งหมด (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ความยาวลำ (ซม.)	น้ำหนัก (กก./ลำ)	จำนวนลำ (ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ความหวาน (CCS)
T1: ไม่ให้น้ำ + ให้ปุ๋ยทางดิน	272 c	1.51 b	11,719 b	14.9 b	13.1
T2: ให้น้ำตาม software + ให้ปุ๋ยทางดิน	314 a	1.65 a	12,040 a	17.8 ab	13.2
T3: ให้น้ำตาม software + ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	317 a	1.71 a	12,656 a	21.6 a	13.4
T4: ให้น้ำตามเซ็นเซอร์+ ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	323 a	1.72 a	12,792 a	22.3 a	13.6
CV (%)	6.01	9.95	4.73	10.0	7.20

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

6) ปริมาณการใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ย เมื่อคำนวณปริมาณความต้องการน้ำในการปลูกอ้อยในแปลงทดลองนี้ อ้อยมีความต้องการน้ำ 1,430 มิลลิเมตร ตลอดช่วงอายุปลูก แต่ในช่วงที่ทำการทดลอง (ปี 2562-2563) มีปริมาณน้ำฝนเพียง 991 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย การให้น้ำหยดในอ้อยและควบคุมการให้น้ำโดย irrigation software (T2 และ T3) มีการให้น้ำทั้งสิ้น 22 ครั้ง โดยมีปริมาณน้ำรวมเท่ากับ 729 มิลลิเมตร ในขณะที่การควบคุมการให้น้ำโดยใช้ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (T4) มีการให้น้ำน้อยกว่าคือให้น้ำเพียง 17 ครั้ง ซึ่งมีปริมาณน้ำรวมเท่ากับ 640 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณน้ำฝนระหว่างการทดลองและปริมาณน้ำชลประทานที่ให้

กรรมวิธี	ปริมาณฝน (mm)	ปริมาณน้ำชลประทาน (mm)	จำนวนครั้งที่ให้น้ำ
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	991	-	-
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	991	729	22
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	991	729	22
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	991	640	17

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของอ้อยเมื่อใช้วิธีควบคุมการให้น้ำที่แตกต่างกัน พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของอ้อยในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีให้น้ำหยดและปุ๋ยทางระบบน้ำ ควบคุมการให้น้ำโดยใช้ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (T4) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานสูงกว่าทุกกรรมวิธี (34.8 กก./มม.) ส่วนการให้น้ำหยดและปุ๋ยทางระบบน้ำควบคุมการให้น้ำโดย irrigation software (T3) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน 29.6 กก./มม. ซึ่งสูงกว่าการให้น้ำหยดและให้ปุ๋ยทางดิน (T2) ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 24.4 กก./มม. (ตารางที่ 4.7)

สำหรับประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าวิธีการให้น้ำมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการให้น้ำหยดและปุ๋ยทางดิน (T2) ส่วนระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำพบว่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (T3 และ T4) มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (T2)

ตารางที่ 4.7 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ชลประทาน (Kg/mm)	ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย		
		N (Tons Y/Kg N)	P (Tons Y/Kg P_2O_5)	K (Tons Y/Kg K_2O)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	-	0.68 b	0.93 b	0.43 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	24.4 c	0.81 ab	1.11 ab	0.51 ab
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	29.6 b	0.98 a	1.35 a	0.62 a
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	34.8 a	1.01 a	1.39 a	0.64 a
CV (%)	11.2	10.1	10.0	10.1

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

7) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละกรรมวิธี การคำนวณต้นทุนการปลูกอ้อยใช้การประเมินจากค่าแรงงานและราคาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในพื้นที่ ส่วนค่าระบบน้ำ และระบบ wireless sensor มีการคำนวณจากอายุการใช้งานและประเมินเป็นค่าเสื่อมราคารายปี สำหรับราคาอ้อยเป็นราคาขั้นต้น บวกค่าความหวาน (CCS) และเงินช่วยเหลือเกษตรกร (ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย)

8) ต้นทุนและผลตอบแทน เมื่อคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกอ้อย แปลงทดลอง อ.บัวเชด จ.สุรินทร์ (ตารางที่ 4.8) พบว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) มีต้นทุนต่ำที่สุด (13,165 บาท/ไร่) ในขณะที่กรรมวิธีให้น้ำควบคุมด้วยเซ็นเซอร์ (T4) มีต้นทุนสูงที่สุด (20,122 บาท/ไร่) เนื่องจากมีทั้งอุปกรณ์ระบบน้ำและระบบ wireless sensor สำหรับผลตอบแทนจากการปลูกอ้อยกรณีไม่ให้น้ำมีรายได้ 19,370 บาท/ไร่ ในขณะที่การให้น้ำหยดกรรมวิธีต่างๆ มีค่าตอบแทนสูงกว่าเนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยมีรายได้ระหว่าง 23,140-28,990 บาท/ไร่ เมื่อวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างการให้น้ำและไม่ให้น้ำ พบว่าการไม่ให้น้ำมีผลตอบแทน 6,205 บาท/ไร่ ในขณะที่การให้น้ำหยดให้ปุ๋ยระบบน้ำและควบคุมการให้น้ำด้วย irrigation software (T3) ให้ผลตอบแทนสูงที่สุดคือ 9,208 บาท/ไร่ รองลงมาคือการให้น้ำหยดและให้ปุ๋ยระบบน้ำที่ควบคุมการให้น้ำด้วยเซ็นเซอร์ (T4) โดยให้ผลตอบแทน 8,868 บาท/ไร่ ส่วนการให้น้ำหยดให้ปุ๋ยทางดิน (T2) ให้ผลตอบแทนต่ำที่สุดคือ 6,476 บาท/ไร่ ซึ่งผลตอบแทนของอ้อยดังกล่าวเป็นผลตอบแทนของอ้อยปลูก โดยปกติแล้วค่าตอบแทนจะสูงขึ้นชัดเจนในอ้อยตอ เพราะไม่ต้องมีการลงทุนในการเตรียมดิน ค่าท่อนพันธุ์ และ

ค่าแรงปลูก โดยเฉพาะการปลูกโดยใช้ระบบน้ำจะสามารถไว้ตอได้นานขึ้นผลตอบแทนน่าจะสูงขึ้นกว่าการไม่ให้น้ำ ซึ่งจากผลการทดลองการให้น้ำแก่อ้อยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สามารถไว้ตออ้อยได้มากกว่า 8 ปี (สุดชล วุ้นประเสริฐ และธีรยุทธ เกิดไทย, 2558)

ตารางที่ 4.8 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย (บาท/ไร่)

รายการ	T1	T2	T3	T4
1. ต้นทุนคงที่	**1,500**	**3,563**	**3,563**	**4,563**
ค่าเช่าที่ดิน (ไม่เป็นเงินสด เป็นที่ดินตัวเอง)	1,500	1,500	1,500	1,500
ค่าเสื่อมราคาระบบน้ำหยด (ปั๊มน้ำ และอุปกรณ์ระบบน้ำ)	0	2,063	2,063	2,063
ค่าเสื่อมราคาระบบ wireless sensor	0	0	0	1,000
2. ต้นทุนผันแปร	**11,665**	**13,101**	**15,309**	**15,559**
ค่าเตรียมพื้นที่/ไถ	950	950	950	950
ค่าปลูก	650	650	650	650
ค่าท่อนพันธุ์พืช	1,750	1,750	1,750	1,750
ค่าแรงวางระบบน้ำหยด	0	300	300	300
ค่าแรงให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำหยด/ ทางดิน	200	300	300	300
ค่าแรงซ่อมอ้อย	200	0	0	0
ค่าแรงฉีดสารเคมีกำจัดวัชพืช	300	200	200	200
ค่าปุ๋ย	2,096	2,096	2,948	2,948
ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	200	200	200	200
ค่าน้ำมัน ค่าไฟฟ้า (สูบน้ำ)	0	300	300	300
ค่าตัดอ้อยสด (ค่าคนตัด ค่าเรียง และค่าคีบ 220 บาท/ตัน)	3,278	3,916	4,752	4,906
ค่าขนส่งอ้อย (137 บาท/ตัน)	2,041	2,439	2,959	3,055
3.รวมต้นทุน	**13,165**	**16,664**	**18,872**	**20,122**
4.ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)	**14.9**	**17.8**	**21.6**	**22.3**
5.ราคาอ้อย	**1,300**	**1,300**	**1,300**	**1,300**
6.รายได้	**19,370**	**23,140**	**28,080**	**28,990**
7.ผลตอบแทน	**6,205**	**6,476**	**9,208**	**8,868**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

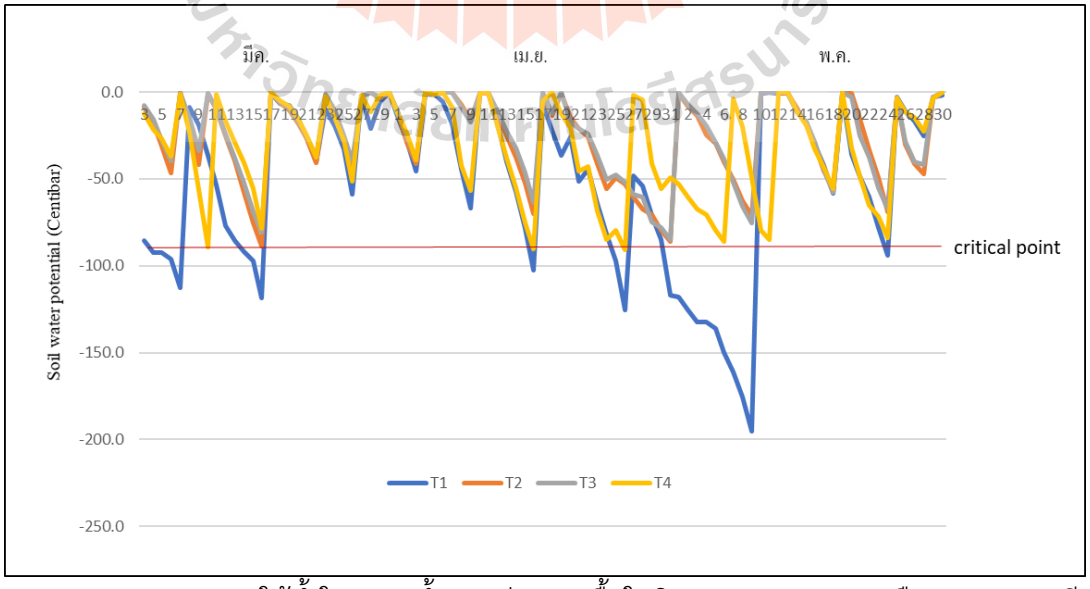
4.3.2 แปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

1) คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง จากผลการวิเคราะห์ดินพบว่าเป็นเนื้อดินร่วนเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีค่า pH 7.46 ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ (1.25%) available P (8.86 มก./กก.) มีค่าค่อนข้างต่ำ exchangeable K (76.8 มก./กก.) มีค่าปานกลาง exchangeable Ca (2,327 มก./กก.) มีค่าสูง exchangeable Mg (171 มก./กก.) มีค่าปานกลาง ส่วนการวัดการอุ้มน้ำของดินโดยใช้ pressure plate chamber พบว่ามีค่า Field capacity (FC) 34.7% Permanent wilting point (PWP) 18.2% และมีค่า Available water (AW) 16.5% (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

ตัวอย่าง	EC (dS/m)	pH 1:5	OM (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	FC (%)	PWP (%)	AW (%)
0-20 cm.	0.059	7.39	1.31	9.72	87.5	2,200	202	34.2	18.1	16.1
20-40 cm.	0.081	7.53	1.18	7.99	66.1	2,454	141	35.2	18.3	16.9
เฉลี่ย	0.070	7.46	1.25	8.86	76.8	2,327	171	34.7	18.2	16.5

2) ค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) จากการวัดศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 20 และ 40 เซนติเมตร ในดินร่วนทรายของแปลงทดลองแปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 3 เดือนแรกหลังปลูกอ้อย พบว่าการให้น้ำในทุกกรรมวิธี (T2-T4) มีค่าศักย์ของน้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง -80 เซ็นติบาร์ เพราะมีการควบคุมการให้น้ำให้อยู่ระหว่างความชื้นชลประทาน (Fc) ถึงความชื้นที่จุดวิกฤต ดังนั้นอ้อยจะไม่ได้รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ ส่วนกรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) ในบางช่วงมีค่าศักย์ของน้ำในดินน้อยกว่า -100 เซ็นติบาร์ ทำให้อ้อยตกอยู่ในสภาพเครียดต่อการขาดน้ำ (water stress) ซึ่งจะทำให้อ้อยไม่สามารถดูดน้ำมาใช้ได้เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย



รูปที่ 4.6 ผลการควบคุมการให้น้ำในระบบน้ำหยดต่อความชื้นในดิน แปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

3) การเจริญเติบโตของอ้อย

- ความสูง จากการทดลองพบว่า อ้อยกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีความสูงมากกว่าอ้อยกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างเห็นได้ชัด และระหว่างกรรมวิธีที่มีการให้น้ำ (T2-T4) ความสูงของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.10)

- จำนวนหน่อ จากการทดลองพบว่า ในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำ อ้อยมีจำนวนหน่อต่อไร่มากกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ และระหว่างกรรมวิธีการให้น้ำด้วยกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ถึงแม้อ้อยที่อายุ 6 เดือน กรรมวิธีการให้น้ำให้ปุ๋ยทางดินมีแนวโน้มให้จำนวนหน่อต่อไร่ต่ำกว่าการให้ปุ๋ยระบบน้ำ (T3 และT4) (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.10 ผลของการให้น้ำต่อความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)		
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	23.7 c	77.9 b	116 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	28.7 b	110 a	155 a
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	31.1 ab	109 a	156 a
T4: ให้น้ำตามเซ็นเซอร์+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	33.0 a	113 a	157 a
CV (%)	5.79	6.70	8.11

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.11 ผลของการให้น้ำต่อจำนวนหน่อของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ (ไร่)		
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	20,913 b	17,951 b	12,494 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	22,198 a	20,395 a	13,704 ab
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	22,197 a	21,161 a	15,309 a
T4: ให้น้ำตามเซ็นเซอร์+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	23,050 a	21,531 a	15,654 a
CV (%)	5.63	8.80	8.20

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4) ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบอ้อย ผลการทดลองพบปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธี T4 มีแนวโน้มของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม สูงกว่ากรรมวิธีอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่าในทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ต่ำกว่าปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบอ้อย ส่วนโพแทสเซียมอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ผลของการให้น้ำต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบ		
	N (%)	P (%)	K (%)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	1.04	0.16	1.39
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	1.14	0.16	1.31
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	1.09	0.15	1.34
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	1.20	0.15	1.41
CV (%)	9.81	20.2	16.4
ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบอ้อย	2.0-2.6	0.22-0.30	1.0-1.6

6) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พบว่าอ้อยกรรมวิธีที่มีการให้น้ำ (T2-T4) มีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ให้น้ำด้วยกัน พบว่า ความยาวลำ และน้ำหนักลำ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่จำนวนลำต่อไร่ และผลผลิตในกรรมวิธีการให้ปุ๋ยทางดิน (T2) มีค่าต่ำที่สุด ส่วนความหวานพบว่าการไม่ให้น้ำ (T1) มีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ความยาวลำ (ซม.)	น้ำหนักลำ (กก./ลำ)	จำนวนลำ (ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ความหวาน (CCS)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	192 b	1.06 b	11,432 c	12.2 c	12.5 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	233 a	1.28 a	12,914 bc	16.3 b	13.0 ab
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	245 a	1.27 a	13,827 ab	17.6 ab	13.6 a
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	261 a	1.28 a	14,889 a	19.0 a	13.1 ab
CV (%)	6.29	3.11	9.49	5.61	3.35

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

7) ปริมาณการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ย จากการคำนวณความต้องการน้ำของอ้อย พบว่าการปลูกอ้อยในพื้นที่ทดสอบนี้ อ้อยมีความต้องการน้ำ 1,180 มิลลิเมตร แต่ในช่วงการปลูกอ้อย (ปี 2019-2020) พบว่ามีปริมาณน้ำฝนในพื้นที่เพียง 490 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย การให้น้ำหยดในอ้อยและควบคุมการให้น้ำโดย irrigation software (T2 และ T3) มีการให้น้ำทั้งสิ้น 19 ครั้ง โดยมีปริมาณน้ำรวมเท่ากับ 694 มิลลิเมตร ในขณะที่การควบคุมการให้น้ำโดยใช้ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (T4) มีการให้น้ำที่น้อยกว่าคือให้น้ำเพียง 14 ครั้ง โดยมีปริมาณน้ำรวมเท่ากับ 512 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 ปริมาณน้ำฝนระหว่างการทดลองและปริมาณน้ำชลประทานที่ให้

กรรมวิธี	ปริมาณฝน (mm)	ปริมาณน้ำชลประทาน (mm)	จำนวนครั้งที่ให้น้ำ
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	700	-	-
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	700	694	19
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	700	694	19
T4: ให้น้ำตาม sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	700	512	14

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของอ้อย (ตารางที่ 4.15) พบว่าวิธีควบคุมการให้น้ำที่ต่างกันทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของอ้อยมีความแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีให้น้ำหยดและปุ๋ยทางระบบน้ำควบคุมการให้น้ำโดยใช้ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (T4) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานสูงกว่าทุกกรรมวิธี (37.1 กก./มม.) ส่วนการให้น้ำหยด และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ มีการควบคุมการให้น้ำโดย irrigation software (T3) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน 25.4 กก./มม. และการให้น้ำหยดและให้ปุ๋ยทางดิน (T2) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 23.5 กก./มม. สำหรับประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 4.15) พบว่าวิธีการให้น้ำมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้น้ำพบว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (T2) ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มต่ำกว่าการให้ปุ๋ยระบบน้ำ (T3 และT4)

ตารางที่ 4.15 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Kg/mm)	ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N (Tons Y/Kg N)	P (Tons Y/Kg P_2O_5)	K (Tons Y/Kg K_2O)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	-	0.58 c	0.76 c	0.81 c
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	23.5 b	0.78 b	1.02 b	1.09 b
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	25.4 b	0.84 ab	1.10 ab	1.17 ab
T4: ให้น้ำตาม sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	37.1 a	0.90 a	1.19 a	1.27 a
CV (%)	14.0	5.6	5.5	5.5

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

8) ต้นทุนและผลตอบแทน เมื่อคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกอ้อยแปลง อ.เมือง จ.นครราชสีมา (ตารางที่ 4.16) พบว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) มีต้นทุนต่ำที่สุด (11,706 บาท/ไร่) ในขณะที่กรรมวิธีให้น้ำควบคุมด้วยเซ็นเซอร์ (T4) มีต้นทุนสูงที่สุด (18,149 บาท/ไร่) ค่าตอบแทนจากการปลูกอ้อยกรณีไม่ให้น้ำมีรายได้ 15,860 บาท/ไร่ ในขณะที่การให้น้ำหยดกรรมวิธีต่างๆ มีรายได้สูงกว่าเนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยมี

รายได้ระหว่าง 21,190-24,700 บาท/ไร่ เมื่อวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างการให้น้ำและไม่ให้น้ำ พบว่าการไม่ให้น้ำมีผลตอบแทน 4,154 บาท/ไร่ ในขณะที่การให้น้ำหยดให้ปุ๋ยระบบน้ำและควบคุมการให้น้ำด้วยเซ็นเซอร์ (T4) ให้ผลตอบแทนสูงที่สุดคือ 6,551 บาท/ไร่ รองลงมาคือการให้น้ำหยดให้ปุ๋ยระบบน้ำและควบคุมการให้น้ำด้วย irrigation software (T3) โดยให้ผลตอบแทน 6,231 บาท/ไร่ ส่วนการให้น้ำหยดให้ปุ๋ยทางดิน (T2) ให้ผลตอบแทนต่ำที่สุดคือ 5,557 บาท/ไร่ แต่ยังคงสูงกว่าการไม่ให้น้ำ

ตารางที่ 4.16 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย (บาท/ไร่)

รายการ	T1	T2	T3	T4
1. ต้นทุนคงที่	**1,500**	**3,563**	**3,563**	**4,563**
ค่าเช่าที่ดิน/ค่าใช้ที่ดิน	1,500	1,500	1,500	1,500
ค่าเสื่อมระบบน้ำหยด (ปั๊มน้ำ และอุปกรณ์	0	2,063	2,063	2,063
ค่าเสื่อมระบบ wireless sensor	0	0	0	1,000
2. ต้นทุนผันแปร	**10,206**	**12,070**	**13,086**	**13,586**
ค่าเตรียมพื้นที่/ไถ	950	950	950	950
ค่าปลูก	650	650	650	650
ค่าท่อนพันธุ์พืช	1,750	1,750	1,750	1,750
ค่าแรงวางระบบน้ำหยด	0	300	300	300
ค่าแรงให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำหยด/ ทางดิน	200	300	300	300
ค่าแรงซ่อมอ้อย	200	0	0	0
ค่าแรงฉีดยาฆ่าหญ้า	300	200	200	200
ค่าปุ๋ย	1,601	1,601	2,153	2,153
ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	200	200	200	200
ค่าน้ำมัน ค่าไฟฟ้า (สูบน้ำ)	0	300	300	300
ค่าตัดอ้อยสด (220 บาท/ตัน)	2,684	3,586	3,872	4,180
ค่าขนส่งอ้อย (137 บาท/ตัน)	1,671	2,233	2,411	2,603
3.รวมต้นทุน	**11,706**	**15,633**	**16,649**	**18,149**
4.ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)	**12.2**	**16.3**	**17.6**	**19.0**
5.ราคาอ้อย (บาท/ตัน)	**1,300**	**1,300**	**1,300**	**1,300**
6.รายได้	**15,860**	**21,190**	**22,880**	**24,700**
7.ผลตอบแทน	**4,154**	**5,557**	**6,231**	**6,551**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.2 แปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์

1) คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง จากผลการวิเคราะห์ดินพบเป็นเนื้อดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีค่า pH (6.79) เป็นกรดปานกลาง มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง (1.55%) available P (159 มก./กก.) มีค่าสูงมาก exchangeable K (97.4 มก./กก.) มีค่าสูง exchangeable Ca (2,998 มก./กก.) มีค่าสูง exchangeable Mg (1,957 มก./กก.) มีค่าสูงมาก ส่วนการวัดการอุ้มน้ำของดินโดยใช้ pressure plate chamber พบว่ามีค่า Field capacity (FC) 41.5% Permanent wilting point (PWP) 23.2% และมีค่า Available water (AW) 18.3% (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 คุณสมบัติของดินก่อนการทดลองแปลง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์

ตัวอย่าง	EC (dS/m)	pH 1:5	OM (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	FC (%)	PWP (%)	AW (%)
0-20 cm.	0.250	6.54	1.90	158	110	2,998	1,887	39.8	22.6	17.2
20-40 cm.	0.300	7.03	1.20	161	84.9	2,998	2,027	43.2	23.8	19.4
เฉลี่ย	0.275	6.79	1.55	159	97.4	2,998	1,957	41.5	23.2	18.3

2) การเจริญเติบโตของอ้อย

- **ความสูง** จากการทดลองพบว่า อ้อยกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีความสูงมากกว่าอ้อยกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างเห็นได้ชัด ที่อายุ 2, 4 และ 6 เดือน แต่การให้น้ำทั้ง 2 กรรมวิธี มีความสูงของอ้อยไม่ต่างกัน (ตารางที่ 4.18)

- **จำนวนหน่อ** จากการทดลองพบว่า อ้อยกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีจำนวนลำมากกว่าอ้อยกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำ อ้อยทุกกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีที่ 3 มีแนวโน้มจำนวนหน่อสูงที่สุด (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.18 ผลของการให้น้ำต่อความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)		
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	24.0 b	84.2 b	121.0 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	44.3 a	104.2 a	165.4 a
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	44.3 a	107.5 a	175.3 a
CV (%)	13.5	10.8	12.5

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.19 ผลของการให้น้ำต่อจำนวนหน่อของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ (ไร่)		
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	41,857 b	31,930 b	13,465 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	42,398 b	35,420 b	15,423 ab
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	65,870 a	46,802 a	16,578 a
CV (%)	12.3	15.6	14.2

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3) ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อย ผลการวิเคราะห์ใบพบว่าปริมาณธาตุอาหารพืชในใบอ้อยทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทุกกรรมวิธีได้รับธาตุอาหารในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการ และกรรมวิธี T3 มีแนวโน้มของธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าทุกกรรมวิธีการให้น้ำ (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ผลของการให้น้ำต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในใบของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบ		
	N (%)	P (%)	K (%)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	1.90b	0.24	1.37
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	2.09a	0.25	1.55
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	2.06a	0.30	1.50
CV (%)	2.22	11.91	6.08
ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบอ้อย	2.0-2.6	0.22-0.30	1.0-1.6

4) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่มีการให้น้ำอ้อยมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความยาวลำ น้ำหนักลำ และจำนวนลำ มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำ และการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (T3) มีแน้วโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (T2) ส่วนความหวาน (CCS) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.21)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.21 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ความยาวลำ (ซม.)	น้ำหนัก (กก./ลำ)	จำนวนลำ (ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ความหวาน (CCS)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	217 b	1.71 b	10,190 b	14.7 b	12.8
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	283 ab	1.84 a	12,420 a	20.6 a	13.1
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	312 a	1.89 a	12,760 a	23.1 a	12.9
CV (%)	11.2	9.8	10.5	10.2	8.0

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

5) ปริมาณการใช้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ย จากการคำนวณพบว่าอ้อยมีความต้องการน้ำ 1,430 มิลลิเมตร แต่ระหว่างการทดลองมีปริมาณน้ำฝนในพื้นที่เพียง 786 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย การให้น้ำเพื่อให้อ้อยได้รับน้ำอย่างเพียงพอและตรงตามความต้องการ ซึ่งการทดลองนี้เป็นการให้น้ำแบบควบคุมการให้น้ำโดยซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการน้ำ (irrigation software) ซึ่งมีการให้น้ำจำนวน 24 ครั้ง ซึ่งมีปริมาณน้ำที่ให้เท่ากับ 845 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.22 ปริมาณฝนและปริมาณการให้น้ำในอ้อยปลูก

กรรมวิธี	ปริมาณฝน (mm)	ปริมาณน้ำชลประทาน (mm)	จำนวนครั้งที่ให้น้ำ
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	786	-	-
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	786	845	24
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	786	845	24

จากการทดลองพบว่า ระหว่างการให้น้ำทั้ง 2 กรรมวิธี มีประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานไม่แตกต่างกัน ส่วนประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย พบว่าทุกกรรมวิธีการให้น้ำมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.23 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยของอ้อยปลูก พันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Kg/mm)	ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย N (Tons Y/Kg N)	P (Tons Y/Kg P_2O_5)	K (Tons Y/Kg K_2O)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	-	0.92 b	3.67 b	0.42 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	24.3	1.28 a	5.14 a	0.59 a
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	27.3	1.44 a	5.76 a	0.66 a
CV (%)	5.69	8.88	8.92	8.73

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

6) ต้นทุนและผลตอบแทน เมื่อคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกอ้อย แปลงทดลอง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์ (ตารางที่ 4.24) พบว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ (T1) มีต้นทุนต่ำที่สุด (11,848 บาท/ไร่) ในขณะที่กรรมวิธีให้น้ำให้ปุ๋ยระบบน้ำ (T3) มีต้นทุนสูงที่สุด (17,523 บาท/ไร่) รายได้จากการปลูกอ้อยกรณีไม่ให้น้ำมีรายได้ 19,110 บาท/ไร่ ในขณะที่การให้น้ำหยดกรรมวิธีต่างๆ มีค่าตอบแทนสูงกว่าเนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยมีรายได้ระหว่าง 26,780-30,030 บาท/ไร่ เมื่อวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างการให้น้ำและไม่ให้น้ำ พบว่าการไม่ให้น้ำมีผลตอบแทน 7,262 บาท/ไร่ ในขณะที่การให้น้ำหยดให้ปุ๋ยระบบน้ำ (T3) ให้ผลตอบแทนสูงที่สุดคือ 12,507 บาท/ไร่ รองลงมาคือการให้น้ำหยดให้ปุ๋ยทางดิน (T2) โดยให้ผลตอบแทน 10,363 บาท/ไร่

ตารางที่ 4.24 ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตอ้อย

รายการ	T1	T2	T3
1. ต้นทุนคงที่	**1,500**	**3,563**	**3,563**
ค่าเช่าที่ดิน	1,500	1,500	1,500
ค่าเสื่อมระบบน้ำหยด (ปั๊มน้ำ และอุปกรณ์ระบบน้ำ)	0	2,063	2,063
2. ต้นทุนผันแปร	**10,348**	**12,854**	**13,960**
ค่าเตรียมพื้นที่/ไถ	950	950	950
ค่าปลูก	650	650	650
ค่าท่อนพันธุ์พืช	1,750	1,750	1,750
ค่าแรงวางระบบน้ำหยด	0	300	300
ค่าแรงให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำหยด/ ทางดิน	200	300	300
ค่าแรงซ่อมอ้อย	200	0	0
ค่าแรงฉีดสารเคมีกำจัดวัชพืช	300	200	200
ค่าปุ๋ย	850	850	1,063
ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	200	200	200
ค่าน้ำมัน ค่าไฟฟ้า (สูบน้ำ)	0	300	300
ค่าตัดอ้อยสด (220 บาท/ตัน)	3,234	4,532	5,082
ค่าขนส่งอ้อย (137 บาท/ตัน)	2,014	2,822	3,165
3.รวมต้นทุน	**11,848**	**16,417**	**17,523**
4.ผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)	14.7	20.6	23.1
5.ราคาอ้อย	**1,300**	**1,300**	**1,300**
6.รายได้	**19,110**	**26,780**	**30,030**
7.ผลตอบแทน	**7,262**	**10,363**	**12,507**

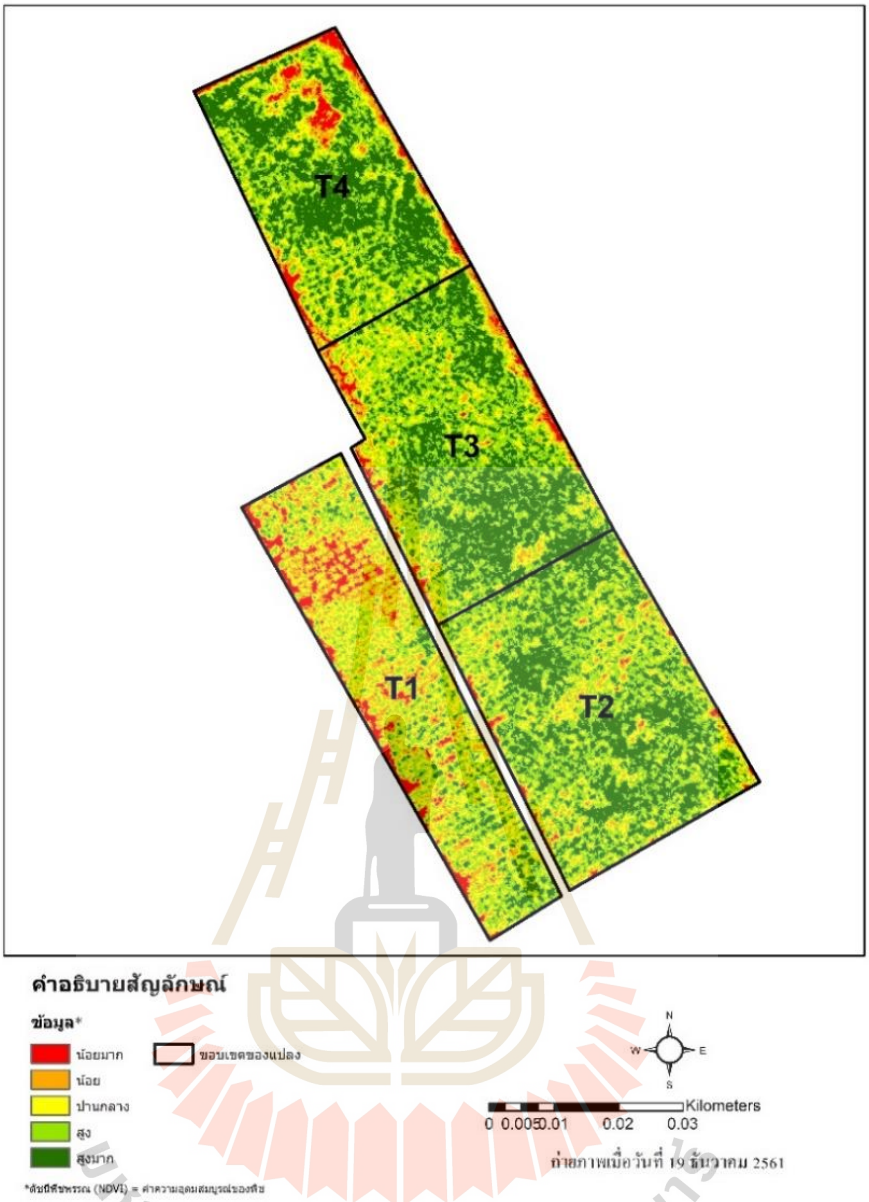
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.4 กิจกรรมที่ 4 การประเมินความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตอ้อย ด้วยอากาศยานไร้คนขับ

จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) และสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณออกมาเป็นแผนที่ความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยในแต่ละแปลง (รูปที่ 4.7) โดยแผนที่สามารถแสดงบริเวณที่อ้อยมีความอุดมสมบูรณ์สูง (สีเขียวในแผนที่) บริเวณที่อ้อยมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (สีเหลือง) และบริเวณที่อ้อยมีความอุดมสมบูรณ์น้อย (สีแดง) โดยจะเห็นว่าในกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำ (T1) มีสัดส่วนของอ้อยที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย (สีแดง) มากกว่ากรรมวิธีที่ให้น้ำ (T2-T4) อย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต

จากแผนที่ดังกล่าวสามารถแบ่งพื้นที่ความอุดมสมบูรณ์ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์สูงมาก สูง ปานกลาง น้อย และน้อยมาก จากนั้นวัดขนาดพื้นที่ในแต่ละระดับแล้วนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธี (ตารางที่ 4.25) พบว่ากรรมวิธีที่ให้น้ำหยดและปุ๋ยทางระบบน้ำ ควบคุมการให้น้ำโดยเซ็นเซอร์ (T4) มีพื้นที่ความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยที่ระดับสูงมากคิดเป็น 40% ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือ ให้น้ำและควบคุมการให้น้ำด้วย software (T2 และT3) มีพื้นที่ความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยที่ระดับสูงมากคิดเป็น 36% ในขณะที่ไม่มีการให้น้ำ (T1) มีพื้นที่ความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยที่ระดับสูงมากน้อยที่สุด (8% ของพื้นที่) ซึ่งผลการประเมินนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ทำการประเมินโดยวิธีการวัดและชั่งน้ำหนัก (Crop cutting) ในช่วงระยะเก็บเกี่ยว ที่พบว่า T4 มีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงที่สุด และT1 มีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.26) ผลการทดสอบเบื้องต้นนี้ชี้ให้เห็นแนวทางในการประเมินผลผลิตอ้อยโดยการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับโดยควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ปลูกอ้อยต่าง ๆ ที่มีความแปรปรวนทั้งสภาพดิน สภาพอากาศ ชนิดและพันธ์อ้อย รวมทั้งการจัดการด้านต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.7 แผนที่ดัชนีพืชพรรณของอ้อยแปลงทดลอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

ตารางที่ 4.25 ผลของการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ

กรรมวิธี	**ค่าความอุดมสมบูรณ์ของพืช** (% ของพื้นที่)				
	สูงมาก	**สูง**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยมาก**
T1	8	34	40	8	10
T2	36	42	17	4	1
T3	36	39	16	6	3
T4	40	32	15	8	6

ตารางที่ 4.26 ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	**ความยาวลำ** (ซม.)	**น้ำหนัก** (กก./ลำ)	**จำนวนลำ** (ไร่)	**ผลผลิต** (ตัน/ไร่)
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	192 b	1.06 b	11,432 c	12.2 c
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	233 a	1.28 a	12,914 bc	16.3 b
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	245 a	1.27 a	13,827 ab	17.6 ab
T4: ให้น้ำตาม Sensor+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	261 a	1.28 a	14,889 a	19.0 a
CV (%)	6.29	3.11	9.49	5.61

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผล

โครงการวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีอัจฉริยะที่พัฒนาโดยนักวิจัยของโครงการมาปรับใช้ในการผลิตอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยขนาดใหญ่ โดยมีระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่ใช้ water mark sensor ตรวจวัดความชื้นดินในแปลงอ้อยเพื่อกำหนดการให้น้ำ มีระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติที่ประกอบด้วยระบบควบคุมโซลินอยด์วาล์วและปั๊มน้ำจากระยะไกลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีการพัฒนา irrigation soft ware ที่ใช้หลักการ water balance โดยนำข้อมูลพืช ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลดิน และข้อมูลระบบน้ำหยดมาใช้ในการกำหนดรูปแบบการให้น้ำ จากการทดสอบเทคโนโลยีดังกล่าวในแปลงเพาะปลูกอ้อยพบว่าระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติมีการทำงานที่มีเสถียรภาพดี มีการส่งข้อมูลได้ถูกต้องและต่อเนื่อง การควบคุมการให้น้ำจากระยะไกลผ่านทางระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถทำได้ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าเข้าถึง สำหรับการนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับการผลิตอ้อยของเกษตรกร (ไม่ให้น้ำ) ในพื้นที่ ของจังหวัด สุรินทร์ นครราชสีมา และบุรีรัมย์ ซึ่งทั้ง 3 แห่ง มีสภาพดินและสภาพภูมิอากาศที่ต่างกันแต่ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยทั้ง 3 แห่ง พบว่าการให้น้ำในระบบน้ำหยดเพิ่มผลผลิตอ้อยได้ระหว่าง 3-9 ตันต่อไร่ ขึ้นอยู่กับวิธีการให้ปุ๋ยและการควบคุมการให้น้ำในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 5.1) ซึ่งผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการรักษาระดับความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ตลอดช่วงอายุของอ้อย โดยดูได้จากผลการวัดศักย์ของน้ำในดิน ในแปลงทดลองจังหวัดสุรินทร์ (รูปที่ 4.5) และแปลงทดลอง จังหวัดนครราชสีมา (รูปที่ 4.6) โดยทั้ง 2 แห่งการให้น้ำในทุกกรรมวิธี (T2-T4) สามารถรักษาระดับศักย์ของน้ำในดินให้สูงกว่าจุดวิกฤติ (-80 เซ็นติบาร์) ในขณะที่แปลงไม่ให้น้ำ (T1) มีค่าของศักย์ของน้ำต่ำกว่าจุดวิกฤตหลายๆ ครั้ง ที่ทำการวัดโดยเฉพาะในช่วงที่ไม่มีฝนตก ทำให้อ้อยที่ไม่มีการให้น้ำไม่สามารถดูดน้ำในดินไปใช้ได้อย่างเพียงพอ ส่งผลให้การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง และจำนวนหน่อน้อยกว่าการให้น้ำ (ตารางที่ 4.2, 4.3, 4.10, 4.11, 4.18 และ4.19) และส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าการให้น้ำทุกกรรมวิธี ซึ่งปริมาณผลผลิตอ้อยที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการให้น้ำขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และสภาพอากาศ ในปีที่มีฝนดีการให้น้ำอาจได้ผลผลิตเพิ่มไม่มากแต่ในสภาพที่มีฝนน้อยผลผลิตที่เพิ่มจากการให้น้ำจะสูงขึ้น ซึ่งจากการทดลองการให้น้ำในระบบน้ำหยดต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปีพบว่าผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ยประมาณ 8-10 ตันต่อไร่ (สุดชล วุ้นประเสริฐ และธีรยุทธ เกิดไทย, 2560; สุดชล วุ้นประเสริฐ และคณะ, 2563)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้น้ำพบว่าการให้ปุ๋ยระบบน้ำ (T3) มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย (ตารางที่ 4.7, 4.15 และ4.23) และผลผลิต (ตารางที่ 5.1) ซึ่งสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (T2) โดยทั้ง 3 แห่งการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าทางดิน 2.2 ตันต่อไร่ โดยมีปริมาณปุ๋ยที่ใส่เท่ากัน ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองที่ผ่านมา เช่น สุดชล วุ้นประเสริฐ และคณะ (2563) ที่พบว่าการให้ปุ๋ยระบบน้ำในอ้อยเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดินสูตรเดียวกันสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยได้ 1-7 ตันต่อไร่ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพอากาศ ในการทดลองนี้การให้ปุ๋ยในระบบน้ำมีประสิทธิภาพมากกว่า

การให้ปุ๋ยทางดิน อาจเนื่องมาจากการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างและถูกดินดูดยึดไว้น้อยกว่า และ/หรือเกิดจากการดูดใช้ปุ๋ยของอ้อยเกิดขึ้นได้ดีกว่าจากวิธีการให้ปุ๋ยในรูปสารละลายที่มีการกระจายครอบคลุมระบบรากได้ดี กว่าการให้ปุ๋ยทางดิน (Atallah et al., 2002; Al-Wabel et al., 2002; Hebbar et al., 2004; Badr et al., 2010)

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการควบคุมการให้น้ำระหว่างการใช้ irrigation software (T3) และการใช้ wireless sensor (T4) พบว่าอ้อยมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5.1) แต่การใช้เซ็นเซอร์มีการให้น้ำน้อยกว่าและมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากกว่า (ตารางที่ 5.2) จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าการให้น้ำตาม irrigation software ที่ใช้หลักการ water balance มีการให้น้ำมากเกินความจำเป็น ทั้งนี้เป็นเพราะการให้น้ำตามวิธีการนี้มีการประเมินค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น ค่าการใช้น้ำของพืช (ETc) ที่ต้องประเมินจากสภาพอากาศอากาศในอดีต และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc) ข้อมูลที่นำมาใช้อาจมีความคลาดเคลื่อนจากสภาพในแปลงเพาะปลูกจริง ดังนั้นการคำนวณอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ แต่การใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินเสมือนกับเป็นการวัดการใช้น้ำของพืชโดยตรง สภาพอากาศที่แปรปรวนไม่มีผลต่อการตรวจวัด นอกจากนั้นแล้วในการคำนวณด้วย software ตามหลัก water balance ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณน้ำที่มาจากใต้ดินซึ่งในบางพื้นที่มีน้ำที่มาจากใต้ดินและมีผลต่อการใช้น้ำของพืช ซึ่งการใช้เซ็นเซอร์สามารถตรวจวัดความชื้นนี้ได้ จึงอาจทำให้การใช้ software คำนวณการให้น้ำมีปริมาณน้ำที่ต้องให้มากกว่าการใช้เซ็นเซอร์ ส่งให้ผลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำน้อยกว่าเพราะผลผลิตไม่ได้สูงขึ้นจากปริมาณน้ำที่ได้รับเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่เคยทำในพื้นที่ปลูกอ้อยขนาดเล็กในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สุดชล วุ้นประเสริฐ และคณะ, 2564)

ตารางที่ 5.1 สรุปผลของวิธีการควบคุมการให้น้ำต่อผลผลิตอ้อยของทั้ง 3 แห่ง

กรรมวิธี	**ผลผลิตอ้อย 3 สถานที่** (ตัน/ไร่)		
	สุรินทร์	**นครราชสีมา**	**บุรีรัมย์**
T1: ไม่ให้น้ำ+ให้ปุ๋ยทางดิน	14.9 b	12.2 c	14.7 b
T2: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยทางดิน	17.8 ab	16.3 b	20.6 a
T3: ให้น้ำตาม software+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	21.6 a	17.6 ab	23.1 a
T4: ให้น้ำตามเซ็นเซอร์+ให้ปุ๋ยระบบน้ำ	22.3 a	19.0 a	ND
CV (%)	10.0	5.61	10.2

ตารางที่ 5.2 สรุปปริมาณการใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำทั้ง 3 แห่ง

กรรมวิธี	สุรินทร์		นครราชสีมา		บุรีรัมย์	
	ปริมาณน้ำ (mm)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Kg/mm)	ปริมาณน้ำ (mm)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Kg/mm)	ปริมาณน้ำ (mm)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Kg/mm)
T1	-	-	-	-	-	-
T2	729	24.4c	694	23.5b	845	24.3
T3	729	29.6b	694	25.4b	845	27.3
T4	640	34.8a	512	37.1a	-	-
CV (%)	-	11.2	-	14	-	5.69

การนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการเพาะปลูกพืชได้รับการยอมรับหรือไม่จำเป็นต้องมีการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้มีการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนจากการใช้เทคโนโลยีต่างๆ โดยการทดลองทั้ง 3 แห่ง พบว่าต้นทุนการผลิตเมื่อมีระบบน้ำมีการลงทุนสูงกว่า โดยเฉพาะการลงทุนในปีแรก แต่เนื่องจากระบบน้ำสามารถใช้ได้หลายปีจึงมีการประเมินต้นทุนในรูปแบบค่าเสื่อมราคา ซึ่งพบว่าระบบน้ำหยดมีค่าเสื่อมราคาคิดเป็นต้นทุนคงที่ประมาณ 2,063 บาท/ปี นอกจากนี้การให้น้ำในระบบน้ำหยดยังมีต้นทุนผันแปรบางอย่างที่สูงกว่าการไม่ให้น้ำ เช่น ค่าแรงในการวางระบบน้ำ ค่าแรงการให้น้ำ ค่าไฟฟ้าหรือค่าน้ำมันในการสูบน้ำ และค่าเก็บเกี่ยวรวมถึงค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นจากผลผลิตที่สูงขึ้น (ตารางที่ 4.8, 4.16 และ 4.24) จากการประเมินต้นทุนทั้ง 3 แห่ง พบว่าการให้น้ำมีต้นทุนสูงกว่าการไม่ให้น้ำระหว่าง 3,209-6,957 บาท/ไร่ ขึ้นอยู่กับวิธีการให้น้ำ แต่ไม่ว่าวิธีการให้น้ำแบบไหนก็ให้ตอบแทนที่สูงกว่าการไม่ให้น้ำทั้ง 3 พื้นที่ โดยมีผลตอบแทนมากขึ้นระหว่าง 521-5,235 บาท/ไร่ (ตารางที่ 5.3)

เมื่อเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยทางดิน (T2) กับปุ๋ยทางระบบน้ำ (T3) โดยมีการควบคุมการให้น้ำแบบเดียวกัน พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีต้นทุนสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดินเล็กน้อยจากราคาปุ๋ยที่สูงกว่า แต่ได้ผลตอบแทนสูงกว่า (ตารางที่ 5.3) โดยมีผลตอบแทนสูงขึ้นเฉลี่ยทั้ง 3 แห่งประมาณ 1,600 บาท/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างวิธีการควบคุมการให้น้ำด้วย software (T3) และเซ็นเซอร์ (T4) โดยมีการให้ปุ๋ยเหมือนกัน พบว่าการใช้เซ็นเซอร์มีต้นทุนจากระบบ wireless sensor รวมทั้งสิ้นประมาณ 20,000 บาท/1 ชุด ซึ่งจากการทดสอบที่ผ่านมาประเมินว่าสามารถใช้ได้กับพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 10 ไร่ มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี จึงคำนวนเป็นต้นทุนคงที่เท่ากับ 1,000 บาท/ไร่ จึงทำให้ต้นทุนโดยรวมสูงกว่าการใช้ software เล็กน้อย แต่เนื่องจากทั้ง 2 กรรมวิธี ได้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ผลตอบแทนที่ได้ใกล้เคียงกันทั้ง 2 พื้นที่

ตารางที่ 5.3 สรุปต้นทุนและผลตอบแทนทั้ง 3 แห่ง

สถานที่/รายการ	T1	T2	T3	T4
จ.สุรินทร์				
ต้นทุน (บาท/ไร่)	13,165	16,414	18,872	20,122
ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	6,205	6,726	9,208	8,868
จ.นครราชสีมา				
ต้นทุน (บาท/ไร่)	11,706	15,383	16,649	18,149
ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	4,154	5,807	6,231	6,551
จ.บุรีรัมย์				
ต้นทุน (บาท/ไร่)	11,848	16,167	17,523	-
ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	7,262	10,613	12,507	-

ผลการทดลองของโครงการสรุปได้ดังนี้

1) การใช้ระบบน้ำหยดและการให้ปุ๋ยในระบบน้ำสามารถเพิ่มผลผลิตของอ้อยได้อย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้จะมีการลงทุนที่สูงขึ้นแต่ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นสามารถทำให้ได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนในทุกสภาพพื้นที่

2) การควบคุมการให้น้ำในระบบน้ำหยดสามารถใช้การคำนวณรูปแบบการให้น้ำโดยใช้หลักการ water balance ซึ่งการคำนวณทำได้ง่ายจากการใช้ irrigation software ที่นำข้อมูลพืช ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลดิน และระบบน้ำหยดมาใช้ในการพัฒนา

3) ระบบการควบคุมการให้น้ำด้วย wireless sensor และระบบอัตโนมัติ ในการปลูกอ้อยในระบบน้ำหยดมีการทำงานที่มีเสถียรภาพดี และจากการทดลองนี้พบว่าการใช้เซ็นเซอร์ควบคุมการให้น้ำสามารถประหยัดน้ำได้มากกว่าการใช้หลักการ water balance ของ irrigation software

4) การควบคุมการให้น้ำโดยการใช้เซ็นเซอร์มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น แต่ถ้าสามารถดูแลระบบได้ดีให้มีการใช้ได้ต่อเนื่องในระยะยาวก็สามารถนำมาใช้ได้กับเกษตรกร เพราะมีผลตอบแทนไม่ต่างจากการควบคุมการให้น้ำจากการใช้หลักการ water balance แต่ประหยัดน้ำได้มากกว่าในบางสภาพพื้นที่

5) จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยด้วยอากาศยานไร้คนขับพบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของอ้อยที่ประเมินได้ มีความสอดคล้องกับข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากวิธีการสุ่มวัดจริงในพื้นที่ (Crop cutting) การประเมินโดยวิธีดังกล่าวอาจนำมาใช้ในการประเมินผลผลิตแทนวิธีการดั้งเดิมได้โดยมีการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ที่หลากหลาย

เอกสารอ้างอิง

ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งสกุล, นาวี จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. (2545). **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช**. วารสารเคหการเกษตร (พิมพ์ครั้งที่ 2). มิตรเกษตรการลาดและโฆษณา: กรุงเทพฯ. 470 น.

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

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

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

นุชจรินทร์ พึ่งพา และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม. (2555). **การศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงของอายุการเจริญเติบโตของอ้อย**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 “ตามรอยพระยุคลบาท เกษตรศาสตร์กำแพงแสน”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. กรุงเทพฯ. 2241-2247.

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

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2560). **ราคาอ้อยและผลตอบแทนการผลิตและจำหน่าย**

สุดชล วุ้นประเสริฐ และฐิติพร มะชิโกวา. (2559). การจัดการดินน้ำและธาตุอาหารพืชสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 47 หน้า.

สุดชล วุ้นประเสริฐ และธีรยุทธ เกิดไทย. (2558). รายงานวิจัยการจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยตอ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 67 หน้า.

สุดชล วุ้นประเสริฐ และธีรยุทธ เกิดไทย. (2560). การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยตอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือระยะที่ 2. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 60 หน้า.

สุดชล วุ้นประเสริฐ, ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร, ฐิติพร มะชิโกวา, เชาวน์ หิรัญตียะกุล, อินทรียา สุทธิวานิช และอุทัย ยศจังหรีด. (2563). การพัฒนาการให้น้ำและปุ๋ยในระบบน้ำหยดสำหรับการผลิตอ้อยโรงงาน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 71 หน้า

สุดชล วุ้นประเสริฐ, ฐิติพร มะชิโกวา และธีรยุทธ เกิดไทย. (2564). การพัฒนาการให้น้ำระบบน้ำหยดและปุ๋ยในระบบน้ำสำหรับการผลิตอ้อย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 65 หน้า.

อาทิตย์ ศรีแก้ว และระติ พลทามูล. (2558). การพัฒนาเชิงคำนวณด้วยเทคนิควิธีทางปัญญาประดิษฐ์ สำหรับแบบจำลองระบบการชลประทาน. ใน รายงานการวิจัยสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.นครราชสีมา.

Al-Wabel, M.I, Al-Jaloud, A.A., Hussain, G. and Karimulla, S. (2002). Fertigation for improved water use efficiency and crop yield In. Water balance and fertigation for crop improvement in West Asia. pp. 68-84.

Atallah, T., Darwishm, T. and Moujabber, M.E. (2002). Modality of fertigation of protected cucumber and nitrogen use efficiency under field conditions. In. Water balance and fertigation for crop improvement in West Asia. pp. 41- 48.

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

Badr, M.A., Abou-Hussein, S.D. and EI-Tohamy, W.A. (2010). Nutrient uptake and yield of tomato under various method of fertilizer application and levels of fertigation in arid lands. **J. Gesunde Pflanzen**. 62:11-19.

Cardenas-Lailhacar. B. and Dukes, M.D. (2012). Soil moisture sensor landscape irrigation controllers: A review of multi-study results and future implications. **Trans. ASABE**. 55(2): 581-590.

Hebbar, S.S., Ramachandrappa, B.K., Nanjappa, H.V. and Prabhakar, M. (2004). Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (Lycopersiconesculentum Mill.). **J. Europ Agronomy**. 21: 117-127.

Yildirim, M. and Demiral, M. (2011). An automated drip irrigation system based on soil electrical conductivity. **Philippine Agricultural Scientist**. 94(4): 343-349.

Zotarelli, L., Dukes, M.D., Scholberg, J.M.S. and Hanselman, T. (2008). Nitrogen and water use efficiency of zucchini squash for a plastic mulch bed system on a sandy soil. **Scientia Horticulturae**. 116(1): 8-16.

Zotarelli, L., Dukes, M.D., Scholberg, J.M.S. and Munoz-Carpena, R. (2009). Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. **Agricultural Water Management**. 96(8): 1247-1258.

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. **ชื่อ-สกุล** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดชล วุ้นประเสริฐ
   Asst. Prof. Dr. Sodchol Wonprasaid
2. **การศึกษา** Ph.D. (Soil Science), University of Kentucky, U.S.A., 2546
   M.Sc. (Crop Science), University of Western Australia, Australia, 2535
   วท.บ. (Agronomy), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526
3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
4. **ประสบการณ์ทำงาน**

2549-ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2527-2549	นักวิชาการเกษตรกรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
2526-2527	นักวิชาการเกษตรกรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ

5. **ผลงานวิชาการ**

5.1 หนังสือและเอกสารวิชาการ

1) **สุดชล วุ้นประเสริฐ** และวันชัย ถนอมทรัพย์. 2547. การจัดการน้ำสำหรับถั่วเหลือง. เอกสารวิชาการลำดับที่ 10/2547 กรมวิชาการเกษตร. หน้า 55 - 57.
2) **สุดชล วุ้นประเสริฐ.** 2553. เอกสารประกอบการเรียนวิชา การวิเคราะห์ดินและพืช. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 120 หน้า.
3) **สุดชล วุ้นประเสริฐ**, ฐิติพร มะชิโกวา, สุวรรณ ประทุมจร, ธีระศักดิ์ ตองอบ และ วรุณยุพา เชื่อมตะคุ. 2558. ระบบน้ำหยดสำหรับมันสำปะหลัง. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 55 หน้า
4) **สุดชล วุ้นประเสริฐ**, ฐิติพร มะชิโกวา, สุวรรณ ประทุมจร, ธีระศักดิ์ ตองอบ และ วรุณยุพา เชื่อมตะคุ. 2559. คู่มือการปลูกมันสำปะหลังแบบมืออาชีพภายใต้ระบบน้ำหยด. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 37 หน้า
5) **สุดชล วุ้นประเสริฐ**, ฐิติพร มะชิโกวา, อาทิตย์ ศรีแก้ว ประโยชน์ คำสวัสดิ์ สุวรรณ ประทุมจร, ภุชพงษ์ พรามจร, เกริกฤทธิ์ ศรีเคน. 2559. การผลิตมันสำปะหลังและอ้อยแบบแม่นยำ ภายใต้ระบบน้ำหยด. ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีอัจฉริยะสำหรับการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.2 บทความทางวิชาการ

1) จิติมา ยถาภูธานนท์, พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, **สุดชล วุ้นประเสริฐ** และเธียรชัย อารยางกูร. 2545. การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึง N ของถั่วที่มีต่อ

ผลผลิตข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนข้าว-ถั่วเหลือง โดย N-15 เทคนิค. วารสารดินและปุ๋ย. 24: 1-21.

2) เธียรชัย อารยางกูร, จรูญ อารีย์, วิโรจน์ วจนานวัช และ**สุดชล วุ้นประเสริฐ.** 2539. การปรับปรุงการผลิตถั่วเหลือง. รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6. 3-6 กันยายน 2539. หน้า 310 - 318.
3) พัชรา วุ้นประเสริฐ, วิทยา อภัย และ **สุดชล วุ้นประเสริฐ.** 2552. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างในผลลำไยสดหลังการรม และเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างกัน. วารสารวิชาการเกษตร. 27(1): 26-42.
4) พิรามิตร ปัดถา, ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร และ **สุดชล วุ้นประเสริฐ**. 2559. การประเมินความต้องการใช้น้ำาบาดาลของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร กรณีศึกษา อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 27(4):631-642
5) วิวัฒน์ มัธยกุล, **สุดชล วุ้นประเสริฐ**, สมพร ชุนบันลือชานนท์ และจักรี เส้นทอง. 2551. ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากกิ่งเหลืองฝักสดของผักคะน้าโดยเทคนิคไอโซโทป. วารสารวิชาการเกษตร. 26(2):164-175
6) สมจิต คันทสุวรรณ, **สุดชล วุ้นประเสริฐ**, สุนทรี มีเพ็ชร, คำเบ้า ขันโอภาส, วรรณรัตน์ โสมแผ้ว. 2536. การใช้ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. รายงานประจำปีศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมวิชาการเกษตร. หน้า 109-115.
7) **สุดชล วุ้นประเสริฐ**, ชะลูด ธารัตถพันธุ์,เธียรชัย อารยางกูร, ชาญชัย สมาศิลป์ และวาสนา พัฒนมงคล. 2539. ประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง. รายงานการประชุมวิชาการ ถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6. 3-6 กันยายน 2539. หน้า 172 - 179.
8) **สุดชล วุ้นประเสริฐ.** 2546. ความไวในการตอบสนองของดัชนีชี้วัดคุณภาพของดินต่อการจัดการดินและระบบพืช. รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 9. 5 หน้า.
9) Blair, G., Lefroy, R., Konboon, Y., **Wonprasaid, S.,** and Naklang, K. 1995. Carbon and nutrient pools in rice cropping systems. In: International Rice Research Institute, editors. Fragile Lives in Fragile Ecosystems. 13-17 February 1995, Los Banos, Laguna, Philippines. International Rice Research Institute. p. 161-172.
10) Chanthai, S., Machikowa, T., **Wonprasaid, S.,** & Boonkerd, N. 2013. Effects of fertigation, water application frequency and soil amendment on tomato production, Acta Horticulturae, 984: 187-196.

11) Chanthai, S. and **Wonprasaid, S**. 2016. Effects of fertigation and water application frequency on yield, water and fertilizer use efficiency of chili (Capsicum annuum L.). Int'l Journal of Research in Chemical, Metallurgical and Civil Engg. 3(2): 209-213.

12) Chuphutsa, C., N. Boonkerd and **S. Wonprasaid**. 2010. 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.

13) Jaidee, S., **Wonprasaid S.,** S. Wonkeaw , A. Tira-umphon , and N. Boonkerd. 2010. 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.

14) Kimsamran P.,S. **Wonprasaid S**. Tancharakorn and W Tantanuch 2016. Analysis of Phosphorus, Potassium and Calcium Accumulation in Grape Leaves by Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg. (IJAAEE) Vol. 3, Issue 1 82-86

15) Krudnak, A., **Wonprasaid, S.** and Machikowa, T. 2013. Boron affected pollen viability and seed set in sunflower. Afr. J. Agric. Res. 8(2): 162-166

16) Li, Y., N. Boonkerd, S. Wongkeaw, Z. Peng, and **Wonprasaid, S**. 2010. 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..

17) Longtonglang, A., N. Boonkerd , N. Teaumroong and **Wonprasaid. S**. 2010. 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.

18) Longtonglang, A., N. Boonkerd , N. Teaumroong and **Wonprasaid. S.** 2010. 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.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

19) Machikowa, T., Kulrattanarak, T. and **Wonprasaid, S**. 2013. Effects of ultrasonic treatment on Germination of synthetic sunflower seeds. In International Conference on Agricultural, Biotechnology, Biological and Biosystems Engineering. 14-15 January 2013, Zurich, Switzerland

20) Machikowa, T., Thong-ob, T. and **Wonprasaid, S**. 2020. Effect of Soil Moisture and Determination of Critical Soil Moisture Contents of Cassava. Indian Journal of Agricultural Research. 54 (4): 483-488

21) Naklang K., Whitbread A., Lefroy R., Blair G. **Wonprasaid S**., Konboon Y., Suriya-arunroj D. 1999. The management of rice straw, fertilizers and leaf litters to enhance the sustainability of rice cropping systems in Northeast Thailand. 1. Soil Carbon Dynamic. Plant and Soil. 209,21-28. RLRC . IRRI. 40.

22) Pramjorn P. and Wonprasaid, S. (2017). Emission Uniformity of Drip Irrigation System. In International Forum-Agriculture, Biology, and Life Science Conference. June 27 - 29, Kyoto, Japan. (0.4)

23) Pratumjorn, S. T. Machikowa, and **S. Wonprasaid,** 2016. Strawberry Flowering Induction by Artificially Low Temperature and Day Light. In International Conference on Agricultural, Food, Biological and Health Sciences (AFBHS-16) August 22-24, Kuala Lumpur (Malaysia). 111-114.

24) Rimcharoen Y. and **Wonprasaid, S.** 2016. Effects of Fertigation on Root and Plant Nutrient Distribution of Field Grown Tomato(Lycopersicon esculentum Mill.). Int'l Journal of Research in Chemical, Metallurgical and Civil Engg. (IJRCMCE) 3: 2349-1450

25) Samongdee, T., **Wonprasaid, S.,** Horkaew, P. and Machikowa, T. (2018). Moisture distribution patterns in loamy sand and sandy clay loam soils under drip irrigation system. In Proceedings of ISER 124th International Conference, April 29–30, 2018. Tokyo, Japan.

26) Sarapirome, S. , Phetprayoon, T. , Navanugraha, C., **Wonprasaid, S**. 2012. Runoff and Sediment Yield Estimation Using Distributed Geospatial Models for Agricultural Watershed in Thailand. Suranaree Journal of Science and Technology. 19:295-308

27) Sesbanla-rice systems. RLRC . IRRI. 35-37.

28) Sukkasem, C., Laosuwan, P., **Wonprasaid, S**., and Machikowa, T. 2013. Effects of environmental conditions on oleic acid of sunflower seeds. In International

Conference on Agriculture and Environment Systems. 23-24 April, Pattaya, Thailand.

29) Trebuil G., D. Harnpichitvitaya ., T.P. Tuong, P. Pantuwan, L.J. Wade, and **S. Wonprasaid**, 1998. Improved water conservation and nutrient-use efficiency via subsoil compaction and mineral fertilization. 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.

30) Watanabe, T., P. Chairoj, H. Tsuruta, W. Masarngsan, C. Wongwiwatchai, **S. Wonprasaid**, W. Cholitkul and K. Minami. 2001. Nitrous Oxide Emissions from Fertilized Upland Fields in Thailand. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 57:55-65.

31) Whitbread, A; Blair, G; Naklang,K; Lefroy, R; **Wonprasaid, S**; Konboon, Y; Suriya-arunroj,D. 1999. The management of rice straw, fertilisers and leaf litters in rice cropping systems in Northeast Thailand. 2. Rice yields and nutrient balances. Plant and Soil. 209, 29-36.

32) **Wonprasaid S.**, S. Khunthasuvon, P. Sittisuand and S. Fukai. 1996. Performance of contrasting rice cultivars selected for rainfed lowland conditions in relation to soil fertility and water availability. Field Crops Research. 47: 267.

33) **Wonprasaid, S.,** Naklang, K., Khonthasuvon, S., Mepetch, S., Hemthanon, B., Tippayaruk, S. and Lefroy, R. 1995. Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. ACIAR Proceedings

34) No. 56. 98-103.

35) **Wonprasaid, S,** S. Khonthasuwan, D. Hanpichitritaya, K.T. lngram, P.K. Sharma. 1992. Control release and split fertilizer application for rainfed lowland rice in sandy soils. RLRC Final Report IRRI. 40.

36) **Wonprasaid, S.,** D.D. Garity, C. Vejpas. 1993. Integrated nutrient management on Sesbanla-rice systems. RLRC Final Report IRRI. 35-37.

37) **Wonprasaid, S.,** S. khonthasuwan, J.K. Ladha, M. Baker. 1992. Screening aquatic legumes for potential use as pre-rice green manure on unproductive sandy soil. RLRC Final Report IRRI. 36-39.

38) Xie, X., Machikowa, T. and **Wonprasaid, S**. 2020. Drip irrigation systems controlled by soil moisture sensors and a soil water balance model for cassava grown in soils of two different textures. South African Journal of Plant and Soil. 2020:01-10.

39) Xie, X., Machikowa, T. and **Wonprasaid, S**. 2020. Fertigation based on a nutrient balance model for cassava production in two different textured soils. Plant Production Science. [On-line].Available: https://doi.org/10.1080/1343943X.2020.1743189

5.3 งานวิจัย

2549-2551 ผู้ร่วมวิจัย โครงการความร่วมมือวิจัยพัฒนาพืชวงศ์ถั่วและพืชพลังงานในอนุภาคลุ่มน้ำโขง ระยะเวลา 2 ปี

2550-2552 ผู้ร่วมวิจัย การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในการเกษตร ระยะเวลา 2 ปี

2550-2552 ผู้ร่วมวิจัย การศึกษาอ้อย มทส. พันธุ์ใหม่ (อารีย์ 1) ระยะเวลา 2 ปี

2550-2551 หัวหน้าโครงการ การศึกษาสัดส่วนและความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในการผลิตผักคะน้าและผักชี ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในระบบปิดระยะเวลา 1 ปี

2551-2554 หัวหน้าโครงการ การพัฒนาต้นแบบระบบเกษตรอินทรีย์ภายใต้กรอบเกษตรทฤษฎีใหม่ ระยะเวลา 1 ปี โครงการพัฒนาการผลิตยางพาราเชิงระบบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะเวลา 3 ปี

2552-2554 หัวหน้าโครงการ การพัฒนาวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำในการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะเวลา 2 ปี

2552-2555 หัวหน้าโครงการ การจัดการดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยตอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะเวลา 3 ปี

2552-2553 หัวหน้าโครงการ ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของ *Azospirillum largimobile* และ *Azotobacter vinelandii* ในการปลูกข้าวระบบประณีต ระยะเวลา 1 ปี

2553-2559 หัวหน้าโครงการ โครงการพัฒนาการผลิตยางพาราเชิงระบบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2553-2554 หัวหน้าโครงการ การผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ในถังหมักแบบ Fixed dome ที่ดัดแปลงมาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน และการใช้กากตะกอนเป็นปุ๋ยในระบบเกษตรอินทรีย์ 1 ปี

2554-2555 หัวหน้าโครงการ ผลของการให้น้ำแบบประหยัดและการให้ปุ๋ยในระบบน้ำต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่น

2555-2556 หัวหน้าโครงการ การจัดการดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช สำหรับการปลูกมันสำปะหลัง

2557-2559 ผู้ร่วมวิจัย เทคโนโลยีเซ็นเซอร์สำหรับการให้น้ำในการผลิตมันสำปะหลัง

2558-2559 ผู้ร่วมวิจัย การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบประมวลผลการให้น้ำไร่มันสำปะหลังด้วยแบบจำลอง ระบบการชลประทาน

2558-2559 ผู้ร่วมวิจัย เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับจำลองระบบการชลประทานในไร่มันสำปะหลัง

2559-2560 หัวหน้าโครงการ การให้ปุ๋ยในระบบชลประทานสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในระบบน้ำหยด

2559-2560 หัวหน้าโครงการ การศึกษาการเพิ่มความหวาน และผลผลิตน้ำตาล (Sugar yield) ของอ้อย

2561-2562 หัวหน้าโครงการ การให้น้ำแบบแม่นยำสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในระบบน้ำหยด

2561-2562 หัวหน้าโครงการ เทคโนโลยีอัจฉริยะสำหรับการผลิตพืช

2561-2562 ผู้อำนวยการแผนบูรณาการ ฟาร์มอัจฉริยะเพื่อเพิ่มผลผลิตการเกษตรอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2562-2563 หัวหน้าโครงการ การพัฒนาการให้น้ำและปุ๋ยในระบบน้ำหยดสำหรับการผลิตอ้อยโรงงาน

2562-2563 หัวหน้าโครงการ ระบบน้ำหยดอัจฉริยะสำหรับการผลิตอ้อยในแปลงขนาดใหญ่

2563-2564 หัวหน้าโครงการ เทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำระดับแปลงเกษตรกรด้วยระบบน้ำหยดสำหรับมันสำปะหลังและอ้อย ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2563-2564 หัวหน้าโครงการ การจัดการดิน ปุ๋ยและน้ำอย่างแม่นยำสำหรับระบบเกษตรอินทรีย์ที่มีมันสำปะหลังเป็นพืชหลัก

2563-2564 หัวหน้าโครงการ การจัดการน้ำแบบแม่นยำสำหรับการผลิตข้าว

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 1

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาว ฐิติพร มะชิโกวา

(ภาษาอังกฤษ) Miss Thitiporn Machikowa

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224579, โทรสาร 044-224281

e-mail machiko@sut.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

5.1 ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2541

5.2 ปริญญาโท ไม่มี (เข้าศึกษาต่อปริญญาเอกหลังจบปริญญาตรี)

5.3 ปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2547

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Plant Breeding, Statistics

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

6.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

1) โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2549

2) โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2550-2552

3) โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2551-2553

4) โครงการผลิตเมล็ดทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์นอกฤดู. แหล่งทุน บริษัทแกมมาเวิล์ด จำกัด. ปี 2552

5) โครงการพัฒนาการผลิตยางพาราเชิงระบบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2552-2554

6) โครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2553-2555

7) โครงการเทคโนโลยีการผลิตทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ “สุรนารี 473” ในแปลงเกษตรกร. แหล่งทุน สกอ.

8) โครงการการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนในสภาพที่มีไนโตรเจนสูง. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1) **Machikowa, T.,** and Laosuwan, P. 2006. Evaluation of early maturing lines of soybean. *In* National Legume Conference I. Rim Kok Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 28-30 August 2006. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

2) Tantanapornkul, N., **Machikowa, T.,** and Laosuwan, P. 2006. Research on mungbean breeding at Suranaree University of Technology. *In* National Legume Conference I. Rim Kok Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 28-30 August 2006. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.
3) **Machikowa, T. ,** Burton, J. W. , Waranyuwat, A. , and Laosuwan, P. 2007. Yield improvement of early maturing soybeans by selection for later flowering. ScienceAsia 33(2): 229-234. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.
4) Chutamard, P., **Machikowa, T.** and Laosuwan, P. 2007. Development and potential of synthetic varieties of sunflower. *In* Proceedings of the 5th National Conference on Sesame, Sunflower, Castor and Safflower. pp. 91-99. 23-25 May 2007. Nan, Thailand. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
5) **Machikowa, T.** and Saetang, C. 2008. Breeding for yield improvement of sunflower. *In* The International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy, and Industry 2008 (ICSA2008). Sapporo, Japan, July 2-6, 2008. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
6) **Machikowa, T.** and Saetang, C. 2008. Correlation and path coefficient analysis on seed yield in sunflower. Suranaree J. Sci. Technol. 15(3):243-248. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
7) **Machikowa, T.** and Laosuwan, P. 2009. Effects of extension of days to flowering on yield and other characters of early maturing soybean. Suranaree J. Sci. Technol. 16(2): 169-174. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
8) Saetang, C. and **Machikowa, T.** 2009. Heterosis and inbreeding depression on seed yield of sunflower.
9) **Machikowa, T.** and Saetang, C. 2010. Combining Ability for Yield and Agronomic Characters in Sunflower. In ASA, CSSA and SSSA 2010 International Annual Meetings . Oct. 31 – 4 Nov. 2010, Long Beach, CA, USA. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
10) Funpeng, K. and **Machikowa, T.** 2010. Correlation and path coefficient analysis on agronomic characters in sunflower. *In* The 11 Agricultural Conference 2010. Khon Kaen University, Thailand, Jan. 25-26, 2010. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
11) Tantasawat, P., Trongchuen, J., Prajongjai, T., Thongpae, T., Petkhum, C., Seehalak, W. and **Machikowa, T**. 2010. Variety identification and genetic relationships of mungbean and blackgram in Thailand based on morphological characters and ISSR analysis. Afr. J. Biotechnol. 9(27): 4,452-4,464. ผู้ร่วมวิจัย.

12) Huang, Z., Laosuwan, P., **Machikowa, T.** and Chen, Z. 2010. Combining ability for seed yield and other characters in rapeseed. Suranaree J. Sci. Technol. 17(1):39-48. ผู้ร่วมวิจัย.

13) Huang, Z., Laosuwan, P., **Machikowa, T.** and Chen, Z. 2010. Heterosis for seed yield, oil content and other characters in rapeseed *(Brassica napus* L.). J. Northeast Agricultural University 17(1): 1-9.ผู้ร่วมวิจัย.

14) Huang, Z., **Machikowa, T.**, Chen, Z., Dai, W., Tang, R. and Li, D. 2010. Analysis of heterosis for characters of male sterile lines in rapeseed *(Brassica napus* L.). Hatyai Journal, 8(1): 1-13. ผู้ร่วมวิจัย.

15) Saetang, C. and **Machikowa, T.** 2011. Heterosis and inbreeding depression in sunflower. Journal of Agricultural Science. 1(1): 138-145. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

16) **Machikowa, T.** and Saetang, C. 2011. General and specific combining ability for quantitative characters in sunflower. Journal of Agricultural Science and Technology. 3(1): 91-95. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

17) **Machikowa, T.** 2011. Genetic variability and heritability of quantitative traits in sunflower. *In* International Symposium on Sunflower Genetic Resources, 16-20 Oct . 2011, Turkey. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

18) Saensee, K., **Machikowa, T.** and Muangsan, N. 2011. Evaluation of drought response of sunflower synthetic varieties/ lines. *In* International Symposium on Sunflower Genetic Resources, 16-20 Oct. 2011, Turkey. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.

19) **Machikowa, T.** and Laosuwan, P. 2011. Path coefficient analysis for yield of early maturing soybean. Songklanakarin J. Sci. Technol. 33 (4): 365-368. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

20) Saensee, K., **Machikowa, T.** and Muangsan, N. 2012. Comparative performance of sunflower synthetic varieties under drought stress. Int.J. Agric. Biol., 14: 929—934. ผู้ร่วมวิจัย

21) **Machikowa, T**., Wonprasaid, S. and Kulrattanarak, T. 2013. Effects of ultrasonic treatment on germination of synthetic sunflower seeds. *In* World Academy of Science, Engineering and Technology, January 14-15, 2013 Zurich, Switzerland.

22) Krudnak, A., Muangsan, N. and **Machikowa, T.** 2013. High frequency callus induction through anther culture in high oil sunflower (*Helianthus annuus* L.). KKU Res. J. 2013; 18(1):62-72. หัวหน้าโครงการ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

23) Krudnak, A., Wonprasaid, S. and **Machikowa, T.** 2013. Boron affected pollen viability and seed set in sunflower. Afr. J. Agric. Res. 8(2): 162-166. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 2

1. ชื่อ – สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์
Asst.Prof.Flt.Lt.Dr.Prayoth Kumsawat

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044 224392 โทรสาร 044 224603
E-mail: prayoth@sut.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ชื่อสถาบัน	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขา	ปีที่จบ
โรงเรียนนายเรืออากาศ	ตรี	B.Sc.	วิศวกรรมไฟฟ้า	1993
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	โท	M.Sc.	วิศวกรรมไฟฟ้า	1998
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	เอก	Ph.D.	วิศวกรรมไฟฟ้า	2006

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- Digital signal and image processing
- Artificial intelligence and applications
- Microcontroller and embedded systems

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

6.1 ผู้อำนวยการแผนการวิจัย : -

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1) เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติแบบดิจิตอลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
2) การทำลายน้ำสัญญาณเสียงดิจิตอลแบบทนทานโดยใช้การแปลงมัลติเวฟเล็ต
3) การพัฒนาเทคนิคการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลโดยใช้ข้อมูลชีวมาตร
4) การทำลายน้ำสัญญาณเสียงดิจิตอลโดยใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์
5) การทำลายน้ำดิจิตอลสำหรับภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

6) เทคนิคการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลแบบทนทานโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม

7) การพัฒนาเทคนิคการทำลายน้ำสำหรับสัญญาณเสียงดิจิตอลแบบเวลาจริง

8) การแสดงตัวตนและระบุตำแหน่งรถไฟฟ้าโดยใช้ RFID

9) การออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ

10) การบีบอัดข้อมูลในเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรมด้วยเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1) เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติแบบดิจิตอลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ มกราคม 2545 ถึง มกราคม 2546
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

2) การพัฒนาเทคนิคการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลโดยใช้การแปลงมัลติเวฟเล็ต
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ พฤศจิกายน 2547 ถึง พฤศจิกายน 2548
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ช่วยวิจัย

3) การทำลายน้ำสัญญาณเสียงดิจิตอลแบบทนทานโดยใช้การแปลงมัลติเวฟเล็ต
ระยะเวลาโครงการ 2 ปี ตั้งแต่ กรกฎาคม 2550 ถึง กรกฎาคม 2552
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สกอ. และ สกว.
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

4) การพัฒนาเทคนิคการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลโดยใช้ข้อมูลชีวมาตร
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2551 ถึง ตุลาคม 2552
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

5) การทำลายน้ำสัญญาณเสียงดิจิตอลโดยใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2552 ถึง ตุลาคม 2553
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

6) การทำลายน้ำดิจิตอลสำหรับภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2552 ถึง ตุลาคม 2553
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

7) เทคนิคการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลแบบทนทานโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง ตุลาคม 2554
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

8) การพัฒนาเทคนิคการทำลายน้ำสำหรับสัญญาณเสียงดิจิตอลแบบเวลาจริง
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง ตุลาคม 2554
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

9) การแสดงตัวตนและระบุตำแหน่งรถไฟฟ้าโดยใช้ RFID
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง ตุลาคม 2554
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

10) การออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ พฤษภาคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2555
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

11) การบีบอัดข้อมูลในเซนเซอร์ไร้สายสำหรับประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรมด้วยเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ เมษายน 2554 ถึง เมษายน 2555
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

12) ระบบเฝ้าติดตามอาการง่วงนอนโดยใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1) การออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมการบีบอัดสัญญาณภาพสำหรับเครือข่ายตรวจรู้ไร้สาย
ระยะเวลาโครงการ 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557
แหล่งทุนที่ให้การสนับสนุน สำนักงบประมาณ (วช.)
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย ผลดำเนินงาน 60%

7. การเผยแพร่ผลงานวิจัย

- **International Journals**

1) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "A New Approach for Optimization in Image Watermarking by Using Genetic Algorithms," IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 53, pp. 4707-4719, December 2005.
2) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "Digital Audio Watermarking for Copyright Protection Based on Multiwavelet Transform," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5376, pp. 155-164, 2008.
3) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "An Optimal Robust Digital Image Watermarking Based on Genetic Algorithms in Multiwavelet Domain," WSEAS Transactions on Signal Processing, Issue 1, Vol. 5, pp. 42- 51, January 2009.
4) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "Robust Audio Watermarking Using Multiwavelet Transform and Genetic Algorithm," WSEAS Transactions on Systems, Issue 6, Vol. 9, pp. 649- 658, June 2010.
5) **P. Kumsawat**, "A Genetic Algorithm Optimization Technique for Multiwavelet-Based Digital Audio Watermarking," EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, Hindawi Publishing Corporation, Vol. 2010, June 2010.
6) A. Srikaew, K. Attakitmongcol, **P. Kumsawat**, and W. Kidsang, "Detection of defect in textile fabrics using optimal Gabor Wavelet Network and two-dimensional PCA," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6939, pp. 436-445, 2010.
7) **P. Kumsawat**, K. Pasitwilitham, K. Attakitmongcol and A. Srikaew,"Optimization of Digital Image Watermarking Scheme Using Artificial Intelligent Technique," International Journal of Mathematics and Computer in Simulation, North Atlantic University Union, Vol. 6(1), pp. 91-98, Feb, 2012.

- **International Conference Proceedings**

1) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "A New Approach for Optimization in Wavelet-Based Image Watermarking by Using Genetic Algorithm," In Proc. The 23rd IASTED International Multi-Conference Artificial Intelligence and Applications (AIA 2005), February 14-16, 2005, Innsbruck, Austria, Vol. 1, pp. 328-332.
2) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, " Multiwavelet Evaluation in Image Watermarking," In Proc. The 2005 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunication and Information Technology (ECTI) International Conference, May 12-13, 2005, Pattaya, Thailand, Vol. 2, pp. 546-549.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "Robustness Evaluation of Multiwavelet-Based Image atermarking Techniques," In Proc. The 4th WSEAS International Conferences on Application of Electrical Engineering (AEE'06), March 12-14, 2006, Prague, Czech Republic, Vol. 1, pp. 48-53

4) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "Comparative Performance of Multiwavelet-Based Image Watermarking Schemes," WSEAS Transactions on Systems, Vol. 5, pp. 1401-1407, May 2006.

5) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "A Robust Image Watermarking Scheme Using Multiwavelet Tree," In Proc. The World Congress on Engineering 2007, London, U.K. Vol. 1, pp. 612-617, July 2-4, 2007.

6) B. Doungchatom, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, Modified Self-Organizing Map for Optical Flow Clustering System, In Proc. The 7th WSEAS International Conference on Signal, Speech and Image Processing, pp. 61-69, Beijing, China, September 2007.

7) J. Janta, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, A Pedestrian Detection System Using Applied Log-Gabor Filters, In Proc. The 7th WSEAS International Conference on Signal, Speech and Image Processing, pp. 55-60, Beijing, China, September 2007.

8) C. Sotthithaworn, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, A Vehicle Tracking System Using PCA and Adaptive Resonance Theory, In Proc. The 7th WSEAS International Conference on Signal, Speech and Image Processing, pp. 50-54, Beijing, China, September 2007.

9) C. Longjard,, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, Automatic Lane Detection and Navigation using Pattern Matching Model ,In Proc. The 7th WSEAS International Conference on Signal, Speech and Image Processing, pp. 44-49,Beijing, China, September 2007 .

10) J. Janta, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, “Pedestrian Detection Using Color Symmetry Phases”, In Proc. The 5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, Vol. 1, pp. 437 – 440, May 2008.

11) A. Meunkaewjinda, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew,” Grape leaf Disease Detection from Color Imagery Using Hybrid Intelligent System,” In Proc.

The 5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, Vol. 1, pp. 513 – 516, 14-17 May 2008.

12) A. Meunkaewjinda, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol, A. Srikaew and H. Boonjung, "Hybrid Artificial Intelligence Approach for Grape Leaf Disease Diagnosis System from Color Imagery," In Proc. The 9th International Conference on Precision Agriculture, July 20-23, 2008.
13) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, " A Robust Audio Watermarking Based-on Multiwavelet Transform," In Proc. The International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS), Bangkok, Thailand, Vol. 1, pp. 612-617. Feb. 8-11, 2009.
14) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "Robust Image Watermarking Based on Genetic Algorithm In Multiwavelet Domain," In. Proc. The 8th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Databases, pp. 44-49, Cambridge, UK, February 21-23, 2009.
15) **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "Genetic Algorithm Optimization of Multiwavelet-based Audio Watermarking," In. Proc. The 9th WSEAS International Conference on Applications of Electrical Engineering, pp. 111-116, Penang, Malaysia, March 23-25, 2010.
16) **P. Kumsawat** "An Efficient Digital Audio Watermarking Scheme Based on Genetic Algorithms," In. Proc. The International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT2010), pp. 481-485, Tokyo, Japan, October 26-29, 2010.
17) **P. Kumsawat**, K. Pasitwilitham, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "A New Robust Digital Watermarking Algorithm Based on Genetic Algorithms and Neural Networks", Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Applied Computer Science (ACS '11) Penang, Malaysia, pp. 134-139, October 3-5, 2011.
18) **P. Kumsawat**, K. Pasitwilitham, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, "An Artificial Intelligent Technique for Robust Digital Watermarking in Multiwavelet Domain," In. Proc. The International Conference on Information and Computer Systems Engineering (ICICS2012), pp. 333-338, Bangkok, Thailand, December 25-26, 2011.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

19) T. Deeying, **P. Kumsawat**, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, “RFID-Based Identification for Smart Electric Vehicle,” In. Proc. 1st ASEAN Plus Three Graduate Research Congress (AGRC) and the 1st Forum of the Deans of ASEAN Plus Three Graduate Schools, Chiang Mai, Thailand, March, 1st - 2nd, 2012.

20) **P. Kumsawat**, N. Primpru, K. Attakitmongcol and A. Srikaew, “Wavelet-Based Data Compression Technique for Wireless Sensor Networks,” In. Proc.: International Conference

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 3

1. **ชื่อ** รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ศรีแก้ว
   Assoc.Prof.Dr. Arthit Srikaew
2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
3. **ที่อยู่** สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
   โทรศัพท์ 0-4422-4400 โทรสาร 0-4422-4601 Email: ra@sut.ac.th
4. **ประวัติการศึกษา**

ปีที่จบ	ระดับการศึกษา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2538	ป. ตรี	วศ.บ. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2)	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2540	ป. โท	M.Sc. Master of Science	Electrical Engineering	Vanderbilt University	USA
2544	ป. เอก	Ph.D. Doctor of Philosophy	Electrical Engineering	Vanderbilt University	USA

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ**
   การมองเห็นของคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ การประมวลผลสัญญาณภาพ ปัญญาประดิษฐ์ ระบบชาญฉลาด
6. **ประสบการณ์งานวิจัย**
   6.1 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส) : ชื่อโครงการ <u>การออกแบบสร้างหุ่นยนต์บังคับด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการพัฒนางานทางด้านปัญญาประดิษฐ์</u> (สถานภาพ 100%)

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส) : ชื่อโครงการ การพัฒนาหุ่นยนต์ระบบการมองเห็นแบบสเตริโอแอคทีฟในเวลาจริงสำหรับระบบช่วยเหลือคนพิการแบบอัตโนมัติ (โครงการสำเร็จ 100%)

6.3 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ การตรวจจับถนนด้วยภาพสำหรับระบบนำวิถีอัตโนมัติในพาหนะแบบชาญฉลาด (สถานภาพ 100%)

6.4 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ สภาวะแวดล้อมเชิงวิชวลสำหรับการพัฒนาระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (สถานภาพ 100%)

6.5 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ ระบบการวินิจฉัยโรคใบอุ่นจากภาพสีด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบพันทาง (สถานภาพ 100%)

6.6 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ เทคนิคการตรวจจับใบหน้าคนด้วยโครงข่าย ART แบบดัดแปลง (สถานภาพ 100%)

6.7 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ การบูรณะสภาวะแวดล้อม 3 มิติด้วยตัวตรวจรู้แบบเลนส์-กระจกและการไหลเชิงแสง (สถานภาพ 100%)

6.8 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ การบูรณะสภาวะแวดล้อม 3 มิติด้วยวิธีแผนที่บ่งบอกความลึกและการไหลเชิงแสง (สถานภาพ 100%)

6.9 ผู้ร่วมวิจัย (สวทช): ชื่อโครงการ การพัฒนาเทคนิคการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิตอลโดยใช้การแปลงมัลติเวฟเว็ต (สถานภาพ 100%)

6.10 ผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ การพัฒนาสร้างรถไฟฟ้าชาญฉลาด (มทส.–91) (สถานภาพ 100%)

6.11 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ ระบบควบคุมการเลี้ยวด้วยภาพแบบอัตโนมัติโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม (สถานภาพ 100%)

6.12 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส): ชื่อโครงการ ระบบเรียนรู้และจดจำสถานที่แบบอัตโนมัติด้วยเซ็นเซอร์ฟิวชัน (สถานภาพ 100%)

6.13 ผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัย (วช) : ชื่อโครงการ การประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์สำหรับอุตสาหกรรมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (สถานภาพ 99%)

6.14 หัวโครงการวิจัย (วช) : ชื่อโครงการ ระบบตรวจรู้เชิงการมองเห็นสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ (สถานภาพ 99%)

6.15 ผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัย (มทส) : ชื่อโครงการ การเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับอุตสาหกรรมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ด้วยเทคนิคเชิงปัญญาประดิษฐ์ (สถานภาพ 99%)

6.16 หัวหน้าโครงการวิจัย (มทส) : ชื่อโครงการ การออกแบบและพัฒนามอดูลการมองเห็นแบบอัจริยะสำหรับประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรมด้วยเทคนิควิธีทางปัญญาประดิษฐ์ (สถานภาพ 99%)

6.17 หัวหน้าโครงการวิจัย (วช.) : ชื่อโครงการ การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบประมวลผลการให้น้ำไร้มันสำปะหลังด้วยแบบจำลองระบบการชลประทาน - ปี 1 (100%)

6.18 หัวหน้าโครงการวิจัย (วช.) : ชื่อโครงการ การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบประมวลผลการให้น้ำไร่มันสำปะหลังด้วยแบบจำลองระบบการชลประทาน - ปี 2 (100%)

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 4

1. ชื่อ - นามสกุล พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์

2. ตำแหน่งงานปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.

3. ที่อยู่ สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
เลขที่ 111 อาคารวิชาการ 2 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
E-mail pantip.p@sut.ac.th
โทรศัพท์ 044-224-195 **โทรศัพท์มือถือ** 095-514-2659
สถานที่ทำงาน สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
เลขที่ 111 อาคารวิชาการ 2 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

4. ประวัติการศึกษา

2557 (ปริญญาเอก)	Ph.D (Geoinformatics), University of Salford, United Kingdom
2545 (ปริญญาโท)	ผ.ม. (การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม), สถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
2538 (ปริญญาตรี)	วท.บ. (ภูมิศาสตร์), มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ

5. ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง UAV mapping, Photogrammetry, Network and Spatial analysis, Location modelling, Advanced GIS

6. ประสบการณ์ทำงาน

ส.ค. 2564 – ปัจจุบัน	รักษาการผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
เม.ย. 2564 – ปัจจุบัน	หัวหน้าสาขาวิชาภูมิสารสนเทศ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ก.พ. 2562 – ปัจจุบัน	รองผู้อำนวยการศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)
ก.ค. 2557 – ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาภูมิสารสนเทศ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ต.ค. 2541 – พ.ค. 2549	เจ้าหน้าที่แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน
ต.ค. 2540 – ก.ย. 2541	ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ Social and Geographical changes in China Town, Bangkok and in Western Nonthaburi province, Thailand ปฏิบัติงานภายใต้การดูแลโดย Dr Marc Askew, University of Melbourne, Australia

7. ประสบการณ์งานวิจัย

7.1 งานวิจัย โครงการ และหลักสูตร ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ

1) โครงการพัฒนาฐานข้อมูลและจัดทำ Application แผนที่เดินดินสำหรับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบล (ทุน สวทช. จำนวน 250,000 บาท ปี 2558)
2) โครงการสำรวจ และศึกษาวิเคราะห์ จัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษสิ่งแวดล้อม โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อประเมินสถานการณ์ความเสี่ยงด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา (ทุนสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 800,000 บาท ปี 2560)
3) โครงการการจัดการวัชพืชในแปลงมันสำปะหลังแบบแม่นยำสูงด้วยข้อมูลภาพรายละเอียดสูงจากอากาศยานไร้คนขับ (ทุนสถาบันนวัตกรรมแห่งชาติ จำนวน 150,000 บาท ปี 2560)
4) โครงการศึกษารูปแบบการกระจายความร้อนและอิทธิพลของสิ่งปกคลุมดินและบริเวณข้างเคียงในสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้าง: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 100,000 บาท ปี 2561)
5) โครงการประเมินผลผลิตอ้อยน้ำตาลโดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล พื้นที่ศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์ (ทุนสถาบันนวัตกรรมแห่งชาติ จำนวน 300,000 บาท ปี 2560)
6) Cycas tansachana protected area feasibility study in Thailand (ทุนจากองค์กร Rainforest Trust, USA, จำนวน 500,000 บาท ปี 2561)
7) โครงการศึกษาองค์ประกอบของการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ส่งผลต่อแนวทางการพัฒนาภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวชุมชนสะพานไม้แกดำ จังหวัดมหาสารคาม (ทุนคณะการจัดการท่องเที่ยวและการโรงแรม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 20,000 บาท ปี 2561)
8) โครงการตรวจสอบและติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินรอบเขื่อนสิรินธรกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและโมเดลการจับคู่รายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (ทุนแผนบูรณาการโครงการอพ.สธ. เพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จำนวน 450,000 บาท ปี 2561)
9) โครงการการศึกษาแนวโน้ม ทิศทาง และความเป็นไปได้ในการพัฒนานวัตกรรมการเกษตรในอนาคตของประเทศไทย กลุ่มธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร และธุรกิจการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่ง (ทุนสถาบันนวัตกรรมแห่งชาติ จำนวน 1,200,000 บาท ปี 2561)
10) โครงการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายแนวท่อส่งก๊าซทางอากาศด้วยโปรแกรม AI post-processing (ทุนสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ จำนวน 350,000 บาท ปี 2562)
11) โครงการประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่แนวท่อก๊าซด้วยแผนที่ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากอากาศยานไร้คนขับ (ทุนบริษัทปตท. จำกัด มหาชน จำนวน 200,000 บาท ปี 2563)

12) โครงการระบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปรับทิศแรงขับดันได้สำหรับลาดตระเวนในพื้นที่เสี่ยงด้วยเทคโนโลยี Deep learning ร่วมการค้นคว้าวิจัยกับ บริษัท เอ็กซ์ทรีม คอมโพสิต จำกัด (ทุนโครงการ Thematic innovation จากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ จำนวน 2,857,000 บาท) กำลังดำเนินงาน
13) โครงการหลักสูตรพันธุ์ใหม่ Modular course: Disaster and solutions และ Application of Geoinformatics for Defense (งบประมาณจาก สทอภ. 2563) กำลังดำเนินงาน
14) โครงการการจัดการเชิงพื้นที่ในการป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดโรคติดเชื้อพยาธิใบไม้ตับในโคเนื้อ โคนม และมนุษย์ ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ พื้นที่ศึกษา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (งบประมาณจาก สำนักงานพัฒนาการวิจัยเกษตร 2563 จำนวน 808,840 บาท)
15) โครงการหลักสูตร Reskill/Upskill/Newskill หลักสูตร Smart Application for Aseptic Tourism (การฝึกอบรมหลักสูตร Smart application สำหรับการท่องเที่ยวแบบปลอดเชื้อ) (งบประมาณจากสำนักปลัดกระทรวง อว. จำนวน 250,000 บาท ปี 2563)
16) โครงการพัฒนาต้นแบบอากาศยานไร้นักบินเพื่อรักษาความปลอดภัยด้วยเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพและปัญญาประดิษฐ์ (โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ-iTAP ร่วมกับบริษัท ไอครีเอทีฟซิสเตมส์ จำกัด จำนวน 808,000 บาท ปี 2563)
17) โครงการศึกษาและจัดทำแผนอนุรักษ์และพัฒนาโบราณสถานพระนอนวัดธรรมจักรเสมาราม ตำบลเสมา อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา (งบประมาณจาก สำนักศิลปากรที่ 10 นครราชสีมา จำนวน 258,720 บาท ปี 2563)
18) โครงการการพัฒนาโปรแกรมการเพิ่มคุณภาพของภาพถ่ายรายละเอียดสูงที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับแบบอัตโนมัติ (Development of Automatic UAV-image-enhancement program) ภายใต้แผนงานโครงการบ่มเพาะต้นแบบผลิตภัณฑ์ด้านนวัตกรรมเพื่อเร่งการพัฒนาคุณลักษณะที่พร้อมใช้เชิงพาณิชย์ (Incubation of Forthcoming Innovative Prototype for Accelerating Development in Commercialization Readiness) (งบประมาณจากสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (หน่วยบริการและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ: บพข. จำนวน 1,000,000 บาท ปี 2564)
19) โครงการศึกษาและจัดทำแผนอนุรักษ์และพัฒนาโบราณสถานพระนอนวัดธรรมจักรเสมาราม ระยะที่ 2 ตำบลเสมา อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา (งบประมาณจาก สำนักศิลปากรที่ 10 นครราชสีมา จำนวน 500,000 บาท ปี 2564)

20) COIL (Collaboration of international learning) Project, Integration participation program with Howard Community College, Columbia, Maryland, USA

7.2 ผลงานทางวิชาการ / ผลงานวิจัย

1) **PIYATADSANANON, P.,** BOONRANG, A., PIYASILP, P., and NUANSING, W. (2021) Investigation of the moisture expansion as a deterioration factor of an ancient sandstone Buddha in Nakhon Ratchasima, Thailand. SPECTRUM: UAS for Environmental Monitoring, *ISPRS. 14(4)* April 2021
2) BOONRANG, A., SRITARAPIPAT, T. **PIYATADSANANON, P.** (2021) Mean Shift filtering Parameters of Unmanned Arial Vehicle (UAV) Images for Weed detection in Cassava Fields. Proceeding of the 29th IIS Forum (Earth observation, disaster monitoring and risk assessment from space), Online: Komaba research campus, The University of Tokyo, Japan, 11-12 March 2021.
3) PRASOMSUP, W., **PIYATADSANANON, P.**, AUNPHOKLANG, W., BOONRANG, A. (2020) Extraction technic for built-up area classification in Landsat 8 imagery. *International Journal of Environmental Science and Development, 11 (1), 15-20,* Jan 2020.
4) BOONRAND, A., **PIYATADSANANON, P.**, MACHIKOWA, T., WONPRASAID, S. (2019) Surveying and Classification of Weeds in Cassava Field from UAV-borne High-resolution Map for Precision Management. Oral Presentation and Proceeding of the 24th National Convention on Civil Engineering, Udonthani, Thailand, 10-12 July 2019.
5) BOONTHAWEESAWASDI, N., **PIYATADSANANON, P.**, & CHAVANAVESSKUL, S. (2019). Spatial accuracy of applying Unmanned Aerial Vehicle to produce high-resolution map. *Journal of RESGAT, 20* (Special Issue), 41-53.
6) BOONTHAWEESAWASDI, N., **PIYATADSANANON, P.**, & CHAVANAVESSKUL, S. (2019). *Spatial accuracy of applying Unmanned Aerial Vehicle to produce high-resolution map.* Paper presented at the Geoinfotech 2019, Muang Thong Thani, Bangkok.
7) PIYASIL, P., CHANNGAM, P., **PIYATADSANANON, P.**, & SRITARAPIPAT, T. (2019). *Air pollution map for Green University at Suranaree University of Technology*. Paper presented at The 8th Joint Student Seminar on Civil Infrastructure, AIT, 12-13 Sep 2019.
8) BOONRANG, A., **PIYATADSANANON, P.**, & SRITARAPIPAT, T. (2019). *Weed classification in cassava field using unmanned aerial vehicle images*. Paper presented at The 8th Joint Student Seminar on Civil Infrastructure, AIT, 12-13 Sep 2019.

9) BOONRANG, A., **PIYATADSANANON, P.**, MACHIGOWA, T., & WOONPRASERT, S. (2019). *Surveying and classification of Weeds in Cassava field from UAV-borne high-resolution map for precision management*. Paper presented at The 24th National Convention on Civil Engineering, 10-12 July 2019, Centara hotel and Conventional center, Udon Thani.

10) PIYASIL, P., **PIYATADSANANON, P.,** PRASOMSUP, W., & AUNPHOKLANG, W. (2019). *Comparison of techniques to generate DSM from UAV-borne high-resolution data for construction surveying*. Paper presented at the The 24th National Convention on Civil Engineering, 10-12 July 2019, Centara hotel and Conventional center, Udon Thani.

11) PRASOMSUP, W., **PIYATADSANANON, P.**, AUNPHOKLANG, W., & BOONRANG, A. (2019). *Extraction technic for built-up area classification in Landsat 8 imagery.* Paper presented at the International Conference on Environmental Informatics, Mercure Okinawa Naha, Naha, Japan 2-5 July 2019.

12) POCHAREE L. and **PIYATADSANANON P.** (2018) Application of advanced Geoinformatics for planning the maintenance schemes in tourism management: A case study of Kae Dum wooden bridge, Maha Sarakham province, Thailand. *ACM Digital library*: In: 10th International Conference on Information Management, ICIME (2018), 22-24 September 2018, Manchester, UK.

13) **PIYATADSANANON P.** (2016) Spatial factors Consideration in site selection of ground-mounted PV Power plants. *Energy Procedia 100 (2016), pp. 78-85.* In: 3rd International Conference on Power and Energy Systems Engineering, CPESE 2016, 8-10 September 2016, Kitakyushu, Japan.

14) HTUT Z. K., **PIYATADSANANON P.,** RATANAVARAHA V. (2016) Identifying the Spatial Clustering of Road Traffic Accidents on Naypyitaw-Mandalay Expressway. In: 9th ATRANS symposium: Young researcher's forum 2016, 19 August 2016, Bangkok, Thailand.

15) KERAMINIYAGE K. and **PIYATADSANANON P.** (2013) 'Achieving success in post-disaster resettlement programmes through better coordination between spatial and socio-economic/cultural factors', *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 4 (3), pp. 352-372.

16) **PIYATADSANANON P.**, AMARATUNGA D., And KERAMINIYAGE K. (2012) The capability of spatial analysis in planning the accessibility for hazard community from debris-flow events, In: *International conference on disaster management*, Kumamoto, Japan, 24-26 August 2012: Kumamoto University.

17) **PIYATADSANANON P.**, AMARATUNGA D., And KERAMINIYAGE K. (2012) Mapping post-disaster debris-flow. *RISE*, Manchester: University of Salford. May/June 2012.

18) **PIYATADSANANON P.**, AMARATUNGA D., And KERAMINIYAGE, K. (2011) Resettlement activities through space and time, In: *International Conference on Building Resilience*. Heritance Kandalama, Sri Lanka, 19-21 July 2011.

19) **PIYATADSANANON P.**, AMARATUNGA D., And KERAMINIYAGE K. (2011) The application of spatial analysis in resettlement programmes. [Poster] University of Salford: College of Science & Technology. 16 June 2011.

20) **PIYATADSANANON P.**, AMARATUNGA D., And KERAMINIYAGE K. (2010) The role of spatial analysis in resettlement programmes. In: *RICS COBRA 2010*. Paris, France, 2-3 Sep 2010.

21) **PIYATADSANANON P.**, AMARATUNGA D., And KERAMINIYAGE K. (2009) Risk assessment in natural hazard areas for the resettlement programmes. In: *SPARC 2009 Conference*. University of Salford, United Kingdom, 10-11 Jun 2009.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี