การประยุกต์ใช้ระบบชลประทานสมัยใหม่ร่วมกับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อการผลิตข้าว

Applying the modern irrigation integrating with the Internet of Things (IoT) for rice production

ประดับพันธ์ เจริญการ[1,2,] ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย[2], ปุณยวีร์ เดชครอง[3], จักกริช พฤษการ[4]

Pradubpun Jarernkan[1, 2,] Songsak Puttrawutichai[2], Punyavee Dechkrong[3], Chakkrit Preuksakarn[4]

[1]สำนักงานชลประทานที่ 2 กรมชลประทาน,

[2]ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

[3]ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

[4]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

wa__ter__man__62@hotmail.com

บทคัดย่อ

น้ำเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกข้าว แม้ว่าเกษตรกรในพื้นที่ชลประทานสามารถเพาะปลูกข้าวนอกฤดูฝนได้โดยอาศัยน้ำชลประทานเป็นหลัก อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำยังคงไม่เพียงพอสำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานทั้งหมด การแก้ปัญหาด้วยการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นเป็นแนวทางที่ทำได้ยาก ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้น้ำชลประทานเพื่อลดการใช้น้ำในการผลิตข้าวจึงมีความจำเป็น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการให้น้ำชลประทานสมัยใหม่ (ระบบสเปรย์ร่วมกับเครื่องมือตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดิน และระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง) ในการปลูกข้าว เพื่อเพิ่มผลตอบแทน และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานในระดับแปลงนา โดยทดลองปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทน ของการปลูกข้าวด้วยการให้น้ำชลประทานสมัยใหม่ กับการปลูกโดยวิธีให้น้ำแบบท่วมขัง และแบบเปียกสลับแห้ง พบว่าปริมาณการใช้น้ำของข้าว โดยการให้น้ำชลประทานสมัยใหม่มีค่าน้อยกว่าวิธีการให้น้ำแบบดั้งเดิมและแบบเปียกสลับแห้ง ผลผลิตที่ได้โดยการให้น้ำชลประทานสมัยใหม่ มีค่าสูงกว่าการให้น้ำแบบดั้งเดิมและแบบเปียกสลับแห้ง

คำสำคัญ: *ระบบชลประทานสมัยใหม่, อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ข้าว*

Abstract

Water is one of the importance factors for rice production. Although the farmer in irrigated area can use irrigation for rice production, the amount of water is not enough for all irrigated land. Problem-solving by dam construction to contain more water for agriculture is hard. Therefore, the increase of irrigation efficiency to reduce water use in rice production is necessary. This study aim to apply the modern irrigation (spray together with weather station, soil moisture sensor and internet of things; IoT) in rice production to increase the return of an investment and irrigation efficiency in the rice field. In this experiment, yield and the return of an investment of rice cultivar 'Pathum Thani 1' which were grown with modern irrigation, basin irrigation and wet and dry irrigation were compared. The result showed that yield of rice which were grown with modern irrigation was higher than that of basin and wet and dry irrigation.

Keywords: Modern Irrigation, Internet of Things, Rice

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชที่มีความสำคัญยิ่งปัจจัยหนึ่ง ตั้งแต่การงอกของเมล็ด (Seed Germination) จนถึงการเจริญเติบโต (Growth and Development) ของพืชทั้งระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative Stage) และระยะการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (Reproductive Stage) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณผลผลิตของพืชหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชในกลุ่มธัญพืช (Musick et al., 1994; Taiz and Zeiger, 2006; Campbell et al., 2008; Hopkins and Huner, 2009) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในยุคปัจจุบันส่งผลให้ปัญหาการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอของฝนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปัญหาความแห้งแล้งซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Environmental Stress) ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (Farooq et al., 2009; Mihara and Singh, 2010, Mastrangelo et al., 2012; Zhao et al., 2017)

ในประเทศไทยพบว่าพื้นที่กว่า 70% ของพื้นที่แห้งแล้งซ้ำซาก กระจายตัวอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวที่สำคัญ นอกจากนี้ ปัจจุบันพบปัญหาความไม่เพียงพอของปริมาณน้ำชลประทานในเขตพื้นที่ชลประทาน โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรในเขตภาคกลางในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะในปีที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าเกณฑ์เฉลี่ย (ปีแล้ง) ซึ่งการให้น้ำชลประทานในนาข้าวโดยทั่วไปนั้นนิยมให้น้ำท่วมขังในแปลงนา เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของวัชพืชได้หลายชนิด อย่างไรก็ตามการให้น้ำแบบท่วมขัง (Basin Irrigation) เป็นวิธีการให้น้ำชลประทานที่มีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้น้ำชลประทานเพื่อลดการใช้น้ำในการผลิตข้าวจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการให้น้ำชลประทานสมัยใหม่ (Modern Irrigation) โดยทดลองปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทน ของการปลูกข้าวด้วยการให้น้ำชลประทานสมัยใหม่ (ให้น้ำชลประทานระดับแปลงนาโดยระบบท่อและติดตั้งหัวชลประทานแบบฉีดฝอย) ร่วมกับวิธีการทำเกษตรแบบแม่นยำเพื่อวัดปริมาณความต้องการใช้น้ำของข้าวที่แท้จริง ผ่านเครื่องมือวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง กระแสลม และปริมาณน้ำฝน พร้อมทั้งสั่งการให้น้ำแบบอัตโนมัติผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) กับการปลูกโดยวิธีให้น้ำแบบท่วมขังและแบบเปียกสลับแห้ง (Wet and Dry Irrigation) เพื่อพัฒนาระบบให้น้ำข้าวที่ใช้น้ำน้อยและมีประสิทธิภาพ ภายใต้ต้นทุนทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัด

2. อุปกรณ์และวิธีการ

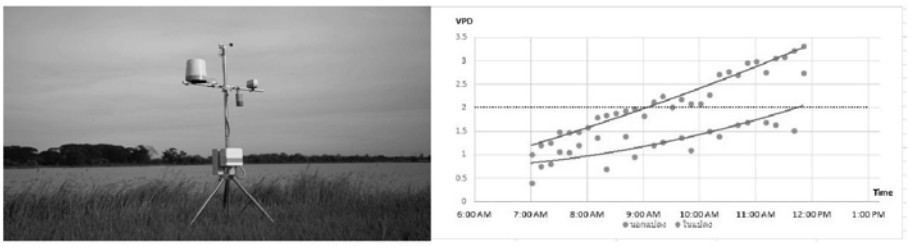
2.1 การเพาะกล้าและการย้ายปลูก

เพาะเมล็ดข้าวพันธุ์พันธุ์ข้าวปทุมธานี 1 โดยนำเมล็ดข้าวใส่กระสอบที่น้ำสามารถผ่านได้ดี แช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบ่มข้าวโดยนำข้าวขึ้นจากน้ำแล้วทิ้งให้สะเด็ดเป็นเวลา 1 คืน (สังเกตรากแรกกำเนิดสีขาวยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร) เพาะเมล็ดบนขี้เถ้าแกลบในถาดเพาะกล้า เมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ถอนต้นกล้า ย้ายปลูก (ปักดำ) 5 ต้นต่อหลุมตามระยะปลูกที่ 25 เซนติเมตร

2.2 การวางแผนการทดลองและการเตรียมแปลง

ศึกษาผลของการให้น้ำวิธีต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า ผลผลิต และผลตอบแทนของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในฤดูนาปรัง (มกราคม - พฤษภาคม) เขตพื้นที่ชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ลาว โดยค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่แปลงทดลองมีค่า pH 4.55, EC 1293 ?S/cm, organic matter (OM) 2.62%, organic carbon (OC) 1.52%, available phosphorus 16.08 ppm และ available nitrogen 56.84 ppm ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) มีสิ่งทดลอง (treatments) คือวิธีการให้น้ำแบบต่างๆ ได้แก่ วิธีให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่ วิธีให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง และวิธีให้น้ำแบบท่วมขัง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ (Replications) ซ้ำละ 1 แปลงทดลองขนาด 5 x 5 เมตร วัดความสูง (Plant Height) ดัชนีพื้นที่ผิวใบ (leaf area index: LAI) ด้วยเครื่อง Plant Canopy Analyzer (Li-Cor model LAI-2200) ที่ระยะแตกกอ และปริมาณผลผลิต (yield)

2.2.1 วิธีให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่ เป็นวิธีการทำเกษตรแบบแม่นยำเพื่อวัดปริมาณความต้องการใช้น้ำของข้าวที่แท้จริง ผ่านเครื่องมือวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง กระแสลม และปริมาณน้ำฝน พร้อมทั้งควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้น) เพื่อให้ข้าวเปิดปากใบและสั่งเคราะห์แสงมากที่สุดด้วยระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) ซึ่งพัฒนาโดย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ภาพที่ 1 ระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT)

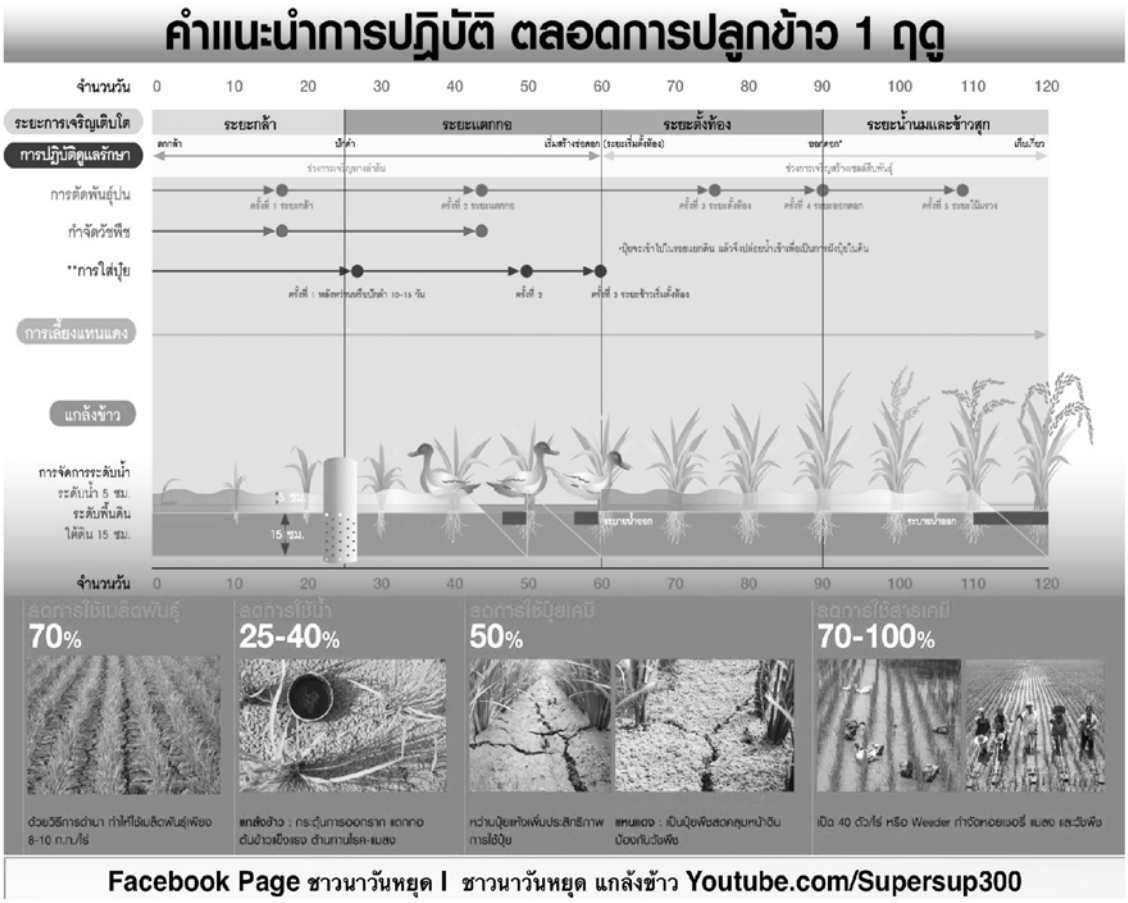


(a) (b)

(c)

ภาพที่ 1 ระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) (a) สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ, (b) การปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับการสังเคราะห์แสงและการเปิดปากใบ, (c) แอปพลิเคชั่นแสดงผลการตรวจวัด

2.2.2 วิธีให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง เป็นการให้น้ำที่มีการปล่อยให้ข้าวขาดน้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้รากและลำต้นข้าวแข็งแรง โดยขังน้ำในแปลงนาเช่นเดียวกับการให้น้ำแบบท่วมขัง แต่มีการแกล้งข้าว (ปล่อยให้ข้าวขาดน้ำ) 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในระยะแตกกอ (ข้าวอายุ 30 วัน) เป็นเวลา 15 วัน ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวแตกกอสูงสุด (ข้าวอายุ 60 วัน) เป็นเวลา 15 แสดงดังภาพที่ 2 (Available : https://www.facebook.com/weekendfarmernetworks)



ภาพที่ 2 การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง

2.2.3 วิธีให้น้ำแบบท่วมขัง เป็นการให้น้ำข้าวโดยขังน้ำในแปลงนาที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก (ตั้งแต่ระยะปักดำจนถึงระยะ 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว)

(a) (b) (c)

ภาพที่ 3 (a) วิธีให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่, (b) วิธีให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง, (c) วิธีให้น้ำแบบท่วมขัง

2.3 การดูแลรักษา

ใส่ปุ๋ย สูตร 16-20-0 ในอัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ หลังปลูกเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ ในระยะข้าวแตกกอ (หลังปลูก 30 วัน) และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวอายุ 60 วัน หลังจากนั้น ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (มูลค้างคาว) อัตรา 64 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุได้ 70 วัน ทุกสัปดาห์ติดต่อกัน 3 สัปดาห์

2.4 การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกข้อมูลผลผลิตที่ระดับความชื้น 15%

2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยโปรแกรม statistical package for the social science (SPSS) version 22

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการให้น้ำด้วยวิธีต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่าต้นกล้าข้าวที่ได้รับน้ำด้วยวิธีให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่มีความสูงมากที่สุด และสูงกว่าต้นกล้าข้าวที่ให้น้ำด้วยวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นกล้าข้าวที่ให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่ แบบเปียกสลับแห้ง และแบบท่วมขัง มีค่าความสูงเท่ากับ 473.29 408.89 และ 381.86 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เกิดขึ้นเนื่องจากรอบฤดูปลูกที่ล้าช้าทำให้ข้าวออกดอกในช่วงกระทบร้อน ทำให้ดอกข้าวบางส่วนเป็นหมันเนื่องจากสภาวะเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบว่าการให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่สามารถบรรเทาผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาวะเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูงได้ โดยผลผลิตข้าวที่ให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่มีค่าสูงที่สุด และสูงกว่าผลผลิตของข้าวที่ให้น้ำแบบท่วมขังและแบบเปียกสลับแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลที่ได้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการปลูกข้าวของ Kahlown, M., A., A. Raoof, M. Zubair and W. D. Kemper. 2007) ที่รายงานว่า ข้าวที่ให้น้ำระบบท่อและติดตั้งหัวชลประทานแบบฉีดฝอย (Sprinkler) ให้ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำแบบท่วมขัง 18% อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบชลประทานสมัยใหม่นั้นต่ำกว่าการให้น้ำระบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการให้น้ำแบบท่วมขัง 23% และมีค่าต่ำกว่าการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 9% โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการให้ข้าวแบบชลประทานสมัยใหม่ แบบเปียกสลับแห้ง และแบบท่วมขัง มีค่าเท่ากับ 1028 1127 และ 1337 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 4) และเมื่อนำค่าปริมาณผลผลิตที่ได้มาเปรียบเทียบอัตราส่วนต่อ

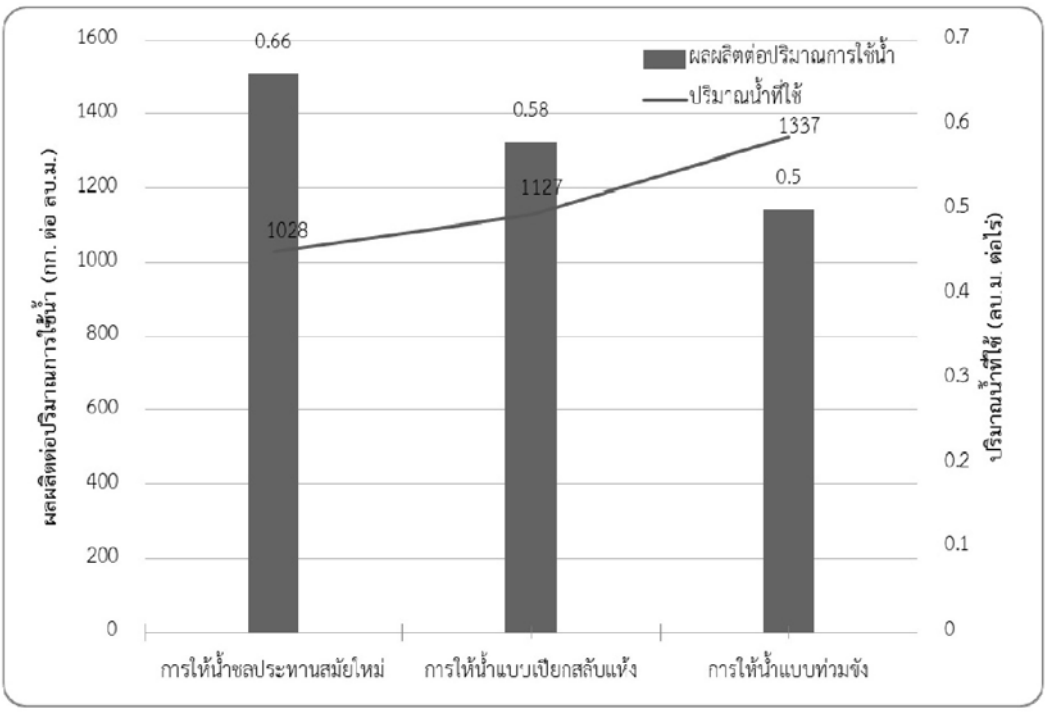
ปริมาณการใช้น้ำแบบต่างๆ พบว่าการให้น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) ในระบบการให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่ให้ผลผลิตสูงสุด โดยอัตราส่วนระหว่างปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณการใช้น้ำจากการให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่ แบบเปียกสลับแห้ง และแบบท่วมขัง มีค่าเท่ากับ 0.46 0.36 และ 0.24 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ ทั้งนี้การที่ผลผลิตของข้าวที่ให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่มีค่าสูงกว่าการให้น้ำแบบท่วมขังและแบบเปียกสลับแห้งนั้น อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศ และค่าแรงดึงระเหยน้ำ (Vapor Pressure Deficit; VPD) บริเวณทรงพุ่มมีค่าลดลง โดยจากรายงานของ [6] พบว่าอุณหภูมิอากาศและค่าแรงดึงระเหยน้ำในแปลงข้าวสาลีที่ให้น้ำด้วยระบบพ่นฝอย (Sprinkler) มีค่าต่ำกว่าแปลงที่ให้น้ำทางผิวดิน (Surface Irrigation) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากการศึกษาของ [10] พบว่าอุณหภูมิอากาศและค่าแรงดึงระเหยน้ำมีผลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ Taifun โดยอุณหภูมิและค่าแรงดึงระเหยน้ำสูงขึ้นมีผลทำให้ผลผลิตลดลง

ตารางที่ 1 ผลให้น้ำแบบชลประทานสมัยใหม่ แบบเปียกสลับแห้ง และแบบท่วมขัง ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ และปริมาณผลผลิต

สิ่งทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)
การให้น้ำชลประทานสมัยใหม่	473.29 a
การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง	408.89 b
การให้น้ำแบบท่วมขัง	381.86 b
F-test	*
CV	6.889

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1/ ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4 แสดงผลผลิตต่อปริมาณการใช้น้ำ (กก./ลบ.ม.) และ ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม./ไร่)

เอกสารอ้างอิง

[1] Campbell, N. A., J. B. Reece and L. G. Mitchell. 2008. Biology, 8th ed. Addison Wesley Longmann, Inc. California.

[2] Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S. M. A. Basra. 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management, pp. 153-188. In Lichtfouse, E., M. Navarrete, P. Debaeke, V. Souchere and C. Alberola, eds. Sustainable Agriculture. EDP Sciences, France.

[3] Hopkins, W. G. and N. P. A. Huner. 2009. Introduction to Plant Physiology. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

[4] Kahlown, M., A., A. Raoof, M. Zubair and W. D. Kemper. 2007. Water use efficiency and economic feasibility of growing rice and wheat with sprinkler irrigation in the Indus Basin of Pakistan. Agriculture Water Management 87: 292-298.

[5] Liu, H. and Y. Kang. 2006. Effect of sprinkler irrigation on microclimate in the winter wheat field in the North China Plain. Agricultural Water Manage: 84-91

[6] Mastrangelo, A. M., E. Mazzucotelli, D. Guerra, P. D. Vita and L. Cattivelli. 2012. Improvement of drought resistance in crops: from conventional breeding to genomic selection, pp 225-259. In Venkateswarlu, B., Shanker, A. K., Shanker, C. and Maheswari, M., eds. Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies. Springer, New York.

[7] Mihara, A. K. and V. P. Singh. 2010. A review of dropght concepts. Journal of Hydrology 391: 202-216.

[8] Musick, J. T., O. R. Jones, A. Stewart and D. A. Dusek. Water-yield relationships for irrigated and dryland wheat in the U.S. Southern plains. Agronomy Journal 86: 980-986.

[9] Rashid, M. A., M. N. andersen, B. Wollenweber, X. Zhang and J. E. Olesen. 2018. Acclimation to higher VPD and temperature minimized negative effects on assimilation and grain yield of wheat. Agricultural and Forest Meteorology 248: 119-129.

[10] Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. 4th Edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.

[11] Zhao, H., Z. Xu, J. Zhao and W. Huang. 2017. A drought rarity and evapotranspiration-based index as a suitable agricultural drought indicator. Ecological Indicators 82: 530-538.

[12] Available : https://www.facebook.com/WeekendFarmerNetworks.