โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 14/2557

เรื่อง

การออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว

Design and Construction of Rice Lysimeters

โดย

นางสาวรัชนีพร กลัดเสนาะ

นายจักรกฤษณ์ เพชรตีบ

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

กำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2557

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง การออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว

Design and Construction of Rice Lysimeter

นามผู้ทำโครงการ นางสาววัชนีพร กลัดเสนาะ

นายจักรกฤษณ์ เพชรตีบ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย)

...../...../.....

กรรมการ

.....

(ผศ.ดร.พงศธร โสภาพันธุ์)

...../...../.....

.....

(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

...../...../.....

บทคัดย่อ

เรื่อง : การออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว

จัดทำโดย : นางสาวรัชนีพร กลัดเสนาะ

นายจักรกฤษณ์ เพชรตีบ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ .....

(ผศ.ดร. เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย)

...../...../.....

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นการออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว ถังแบบนี้ออกแบบไว้ใช้สำหรับวัดการใช้น้ำของนาข้าวโดยเฉพาะ คือนอกจากจะวัดการระเหยและการคายน้ำแล้ว ยังสามารถวัดการรั่วซึมในแปลงนา โครงงานนี้ได้ทำการติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว ณ แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของถังวัดการใช้น้ำจึงได้ได้ทำการปลูกข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่และวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวโดยการวัดด้วยตะขอวัดระดับน้ำ (hook gage) ปกติถังวัดการใช้น้ำแบบนี้ประกอบไปด้วย ถังขนาดเดียวกัน 4 ถัง เป็นถังก้นเปิดจำนวน 2 ถัง และถังก้นปิดจำนวน 2 ถัง ในถังแต่ละแบบนั้นมีถังหนึ่งที่ไม่ปลูกข้าว ถังนี้เป็นถังที่ไม่วัดการคายน้ำ ส่วนการสูญเสียน้ำในถังที่เป็นถังก้นเปิดนั้นเกิดเป็นการการรั่วซึมในแปลงนา สุดท้ายนี้เมื่อนำค่าที่วัดได้ของสองถังที่มีความแตกต่างกันในการวัดเพียงอย่างเดียวมาลบกันก็จะได้องค์ประกอบของปริมาณน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้

ABSTRACT

Title : Design and Construction of Rice Lysimeters

By : Miss Rutchaneeporn Kludsanor

Mr. Jakkrit Petteep

Project Advisor : .....

(Asst.Prof.Dr. Ekasit Kositsakulchai)

...../...../.....

The objectives of this senior project were to design and to construct the rice lysimeter. The lysimeter was particularly designed for measuring rice water use. Not only the lysimeter can measure evaporation and transpiration of rice, but also it can measure percolation in the paddy field. This project constructed a new Rice lysimeter at the Experimental Plot of Irrigation Engineering Department and tested the lysimeter by observing water use in Rice-Berry field. Water losses from lysimeter was observed by using hook gage. Typically, rice lysimeter includes four tanks. Two tanks are opened their bottom and other two tanks are closed bottom. No transpiration was observed in tanks without tank. Water losses from percolation was included opened-bottom tank. Finally, the differences of water losses between tanks were calculated. The results showed the components of water quantity that required from the paddy field.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผศ.ดร.พงศธร โสภาพันธุ์ และ ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์ กรรมการที่ปรึกษา รวมทั้งท่านอาจารย์บุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน และอีกหลายท่านที่ให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่างๆในการทำโครงงานตลอดมา ทั้งในการออกแบบและวิธีการดำเนินการ ทำให้การทำโครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่านที่ได้มอบวิชาความรู้ต่างๆให้แก่ข้าพเจ้าจนทำโครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จลุล่วงและประสบความสำเร็จในการศึกษา

นางสาวรัชนีพร กลัดเสนาะ

นายจักรกฤษณ์ เพชรตีบ

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(ก)
Abstract		(ข)
คำนิยม		(ค)
สารบัญ		(ง)
สารบัญตาราง		(จ)
สารบัญภาพ		(ฉ)
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
บทที่ 2	การตรวจเอกสาร	2
	2.1 ถังวัดการใช้น้ำของข้าว	2
	2.2 รูปแบบของการปลูกข้าว	2
	2.8 สมการสมดุลน้ำ	6
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	8
	3.1 สถานที่ที่ทำการติดตั้งและทดลองใช้อุปกรณ์	8
	3.2 วัสดุและอุปกรณ์	9
	3.3 รายการวัสดุ	10
	3.4 วิธีดำเนินงาน	11
บทที่ 4	ผลและวิจารณ์	14
	4.1 การออกแบบและการติดตั้ง	14
	4.2 แบบแปลน	15
	4.3 ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าว	16
	4.4 วิจารณ์ผล	25
บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ	26
	5.1 สรุปผลการทดลอง	26
	5.2 ข้อเสนอแนะ	27
เอกสารอ้างอิง		28
ภาคผนวก		29

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	รายการประเมินราคาวัสดุก่อสร้าง : ถังวัดการใช้น้ำของข้าว	10
ตารางที่ 2	ผลจากการเก็บบันทึกค่าระดับน้ำเป็นรายวัน	16
ตารางที่ 3	ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวในถังวัดการใช้น้ำของข้าวแต่ละถัง (mm)	22
ตารางผนวกที่ 1	การคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าว	30

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	การโยนกล้า	4
ภาพที่ 2	ไดอะแกรมแสดงสมดุลของน้ำในแปลงนา	6
ภาพที่ 3	แผนที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	8
ภาพที่ 4	แปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน	8
ภาพที่ 5	ขี้เถ้าแกลบ	9
ภาพที่ 6	ถาดเพาะเมล็ดพันธุ์	9
ภาพที่ 7	ดินร่วนปนดินเหนียว	9
ภาพที่ 8	ข้าวRice Berry	9
ภาพที่ 9	Flintkote	9
ภาพที่ 10	ท่อซีเมนต์	9
ภาพที่ 11	ปูนซีเมนต์	9
ภาพที่ 12	hook gage	9
ภาพที่ 13	ขณะขุดดินเพื่อวางถัง	11
ภาพที่ 14	ถังที่มีฝาปิดก้นถัง (ถังที่ 1 และ 3)	11
ภาพที่ 15	ถังที่ไม่มีฝาปิดก้นถัง (ถังที่ 2 และ 4)	11
ภาพที่ 16	ถังที่ทำการติดตั้งแล้วเสร็จทั้ง 4 ถัง	11
ภาพที่ 17	การผสมดินกับขี้เถ้าแกลบ	12
ภาพที่ 18	ขณะหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว	12
ภาพที่ 19	ถาดเพาะเมล็ดที่ย้ายมาวางในแปลง	12
ภาพที่ 20	การรดน้ำถาดเพาะเมล็ด	12
ภาพที่ 21	การโยนข้าว	13
ภาพที่ 22	ถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง	13
ภาพที่ 23	นำ Hook gage วัดระดับน้ำในถัง	13
ภาพที่ 24	เติมน้ำในถังที่ระดับ 10 เซนติเมตร	13
ภาพที่ 25	ถังวัดการใช้น้ำของข้าวขณะทำการติดตั้ง	14
ภาพที่ 26	ถังวัดการใช้น้ำของข้าวเมื่อทำการติดตั้งเสร็จ	14
ภาพที่ 27	บริเวณที่ทำการติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว	14
ภาพที่ 28	ถังวัดการใช้น้ำของข้าวเมื่อทดลองปลูกข้าว	14

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 29	แบบแปลนถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง	15
ภาพที่ 30	ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 1 วัดโดย Hook gage	20
ภาพที่ 31	ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 2 วัดโดย Hook gage	20
ภาพที่ 32	ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 3 วัดโดย Hook gage	21
ภาพที่ 33	ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 4 วัดโดย Hook gage	21
ภาพที่ 34	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในแต่ละถัง	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยเฉพาะการทำนาปลูกข้าว เนื่องจากสภาพภูมิประเทศที่มีความเหมาะสม และมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะกับการทำเกษตรกรรม ทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพดี การปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพดิน สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ รวมถึงการให้น้ำที่เหมาะสมกับความต้องการน้ำของข้าว ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากมากในการส่งน้ำให้เพียงพอเพราะบางพื้นที่มักได้รับน้ำไม่ตรงกับความต้องการในการใช้น้ำจริงๆของพื้นที่เกษตรกรรม ดังนั้นเราจึงต้องทำถังวัดการใช้น้ำของข้าว ซึ่งถังวัดการใช้น้ำของข้าวนี้จะได้ค่าการระเหย(Evaporation), ค่าการคายน้ำ(Transpiration), ค่าการคายระเหย (Evapotranspiration) และค่าการซึมลึกของน้ำลงใต้ดิน(Percolation) นำค่าเหล่านี้มาคำนวณเพื่อใช้หาปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการ เพื่อที่จะได้ส่งน้ำได้ตรงต่อความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว เพื่อนำไปใช้วัดปริมาณการใช้น้ำของข้าวให้มีความถูกต้อง
2. เพื่อทดสอบการใช้งานของถังวัดการใช้น้ำของข้าว

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- ออกแบบถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeters)
- ติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าวในแปลงทดสอบในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- เก็บข้อมูลทางสถิติต่างๆจากแปลงทดสอบเป็นรายวันตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงฤดูเก็บเกี่ยว
- พืชที่ใช้ทำการทดสอบคือ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ปลูกโดยวิธีนาโยน

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ถังวัดการใช้น้ำของข้าว

ถังแบบนี้ออกแบบไว้ใช้สำหรับวัดการใช้น้ำของนาข้าวโดยเฉพาะ คือนอกจากจะวัดการระเหยและการคายน้ำแล้ว ยังสามารถวัดการรั่วซึมในแปลงนา ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งสำหรับปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาให้ข้าวด้วย ปกติอุปกรณ์วัดการใช้น้ำแบบนี้ประกอบด้วย ถังขนาดเดียวกัน 4 ถัง โดยที่ 2ถังจะเป็นถังก้นเปิด และอีก 2ถังจะเป็นถังก้นปิด ในแต่ละแบบจะมีอยู่หนึ่งถังที่ไม่ปลูกข้าวคือจะไม่วัดการคายน้ำ ส่วนการสูญเสียน้ำในถังที่เปิดก้นจะมีส่วนหนึ่งที่เป็นการรั่วซึมในแปลงนาด้วย ระดับน้ำในแต่ละถังที่ลดลงจะวัดด้วยตะขอวัดระดับน้ำ (hoog gage) เมื่อนำค่าที่วัดได้ของสองถังที่มีความแตกต่างในการวัดเพียงอย่างเดียวมาลบกันก็จะได้องค์ประกอบของปริมาณน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้

ข้อดีและข้อเสีย

1) สร้างได้ง่ายและมีราคาถูก

2) สามารถวัดส่วนประกอบของน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้ทุกส่วน

3) ออกแบบไว้สำหรับข้าวและพืชที่ปลูกโดยใช้น้ำขังเท่านั้น

4) อาจมีความผิดพลาดในการวัดได้ถ้าหากดินที่ติดตั้งถังก้นเปิดสองแห่งไม่เหมือนกัน

5) ในขณะต้นข้าวเล็กอยู่ คลื่นและลมอาจทำให้น้ำภายนอกกระฉอกเข้ามาในถังได้

6) ค่าการระเหยที่วัดได้ในถังที่ไม่มีการปลูกข้าวจะมีค่าสูงกว่าการระเหยจากถังที่ปลูกข้าวเนื่องจากได้รับแสงแดดและลมเต็มที่ เมื่อนำค่านี้ไปหักลบกับค่าที่วัดได้ในถังอื่นจะทำให้สัดส่วนของน้ำที่พืชใช้ เช่นการคายน้ำ หรือการรั่วซึมมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง

2.2. รูปแบบของการปลูกข้าว

การปลูกข้าวทั่วๆไป มี 4 วิธีหลักใหญ่ๆ คือการทำนาโยน การทำนาหว่าน การทำนาหยอด และ การทำนาดำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของแต่ละที่ เช่นพื้นที่สูง พื้นที่ลุ่ม พื้นที่น้ำลึก และสภาพน้ำของแต่ละภูมิประเทศ เช่น เขตช่วงหน้าน้ำฝน เขตอยู่ติดกับชลประทาน สภาพอากาศและสังคม เช่น มีแรงงานในการทำนาหรือไม่มีแรงงาน สภาพเศรษฐกิจโดยทั่วไป เช่น มีเงินทุนที่ใช้ลงทุนมากหรือน้อยโดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

2.2.1)ขั้นตอนการทำนาโยน การทำนาแบบโยนกล้ามีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1.1)ขั้นตอนการเตรียมเพาะกล้าพันธุ์ ซึ่งเตรียมได้ 2 แบบ คือ

1) วิธีเตรียมถาดเพาะกล้าแบบแห้ง โดยย่อยดินแห้งให้ละเอียด เม็ดดินโตไม่เกิน 0.5 ซม. ดินนั้นต้องไม่มีเมล็ดข้าววัชพืช นำถาดพลาสติกมาวางกับพื้นที่ ที่เตรียมไว้ พื้นที่ต้องเสมอกัน โดยวางเป็นแถวตอน 2-4 แผ่น (แล้วแต่ความสะดวกในการปฏิบัติงาน) หว่านดินไปก่อนประมาณ 50-70% จากนั้นหว่านเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (แช่ 1 คืน หุ้ม 1 คืน หรือข้าวแห้ง) อัตราประมาณ 3-4 กก.ต่อ 50-60 ถาด (ต่อไร่) แล้วหว่านดินตามลงไปให้เต็มเสมอปากหลุมพอดี อย่าให้ดินล้นปากหลุมเพาะ เพราะจะทำให้รากข้าวพันกันเวลาโยนต้นกล้า มันจะไม่กระจายตัว การใช้แรงงานย่อยดินแห้งและเพาะข้าว 1 คน ต่อ 150-200 ถาดต่อ 1 วัน (หว่านได้ 2-3 ไร่) การให้น้ำระยะแรก ๆ ต้องให้ฝอยละเอียด ระวังอย่าให้เมล็ดข้าว กระเด็น หรือให้น้ำแบบท่วมพื้นแปลง เพราะน้ำจะซึมเข้าก้นถาดหลุมเอง ให้รักษาความชื้นจนกว่าข้าวงอก หากมีฝนตกให้หาวัสดุหรือกระสอบป่านเก่ามาคลุมจนกว่ารากจะงอก วิธีนี้สามารถเพาะเมล็ดในร่มและย้ายถาดไปที่ที่เตรียมไว้ พอข้าวกล้าอายุ 12-16 วัน สามารถนำไปโยนได้ทันที ความยาวต้นกล้าประมาณ 3-5 นิ้ว ซึ่งก็แล้วแต่ความอุดมสมบูรณ์ของวัสดุเพาะ ใช้พื้นที่เพาะกล้าประมาณ 12-15 ตารางเมตรต่อ 50-60 ถาด หว่านได้ 1 ไร่ วิธีเพาะกล้าแบบแห้งนี้ ได้คิดค้นวิธีหยอดเมล็ดพันธุ์ที่แม่นยำ สามารถควบคุมดินและเมล็ดพันธุ์ตามต้องการได้ เป็นอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดได้

2)วิธีเตรียมถาดเพาะกล้าแบบเปียก โดยเลือกแปลงนาที่ไม่มีข้าววัชพืชและวัชพืชทั่วไประบาด มีการเตรียมแปลงคล้ายกับเพาะกล้านาดำ ลูบเทือกให้ดินสม่ำเสมอ นำถาดเพาะกล้าวางเป็นแถวคู่เอาหัวชนกัน วางเป็นแถวตอนความยาวแล้วแต่แปลงกล้า แต่ละคู่แถวห่างกันประมาณ 50 ซม.เพื่อให้สะดวกในการปฏิบัติงาน โดยนำดินเลนระหว่างร่องทางเดินใส่บานถาดให้เต็ม ปรับให้เสมอปากหลุมถาด แต่อย่าให้ดินล้นปากหลุมเพาะ เพราะจะทำให้รากข้าวพันกันเวลาหว่านต้นกล้า จากนั้นหว่านเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (โดยแช่ 1 คืน หุ้ม 1 คืน หรือข้าวแห้ง) ด้วยอัตราประมาณ 3-4 กก./50-60 ถาด (ต่อไร่) ใช้แผ่นไม้คล้ายไม้บรรทัดกดหรือลูบเมล็ดพันธุ์ให้จมเลน โดยรักษาความชื้นตลอดไป หากมีฝนตกต้องหาวัสดุมาคลุมเพื่อกันเมล็ดข้าวกระเด็นออกจากถาดเพาะ พอกล้าอายุ 12-16 วัน นำไปโยนได้ทันที หรือความยาวต้นกล้าประมาณ 3-5 นิ้ว ใช้พื้นที่เพาะกล้าประมาณ 12-15 ตารางเมตร 50-60 ถาด โดยได้ 1 ไร่ ก่อนนำไปโยนควรหยุดให้น้ำต้นกล้า 1 วัน

2.2.1.2)ขั้นตอนการเตรียมแปลง ก่อน ทำนาให้พักแปลงนาให้แห้งอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อให้ข้าววัชพืชพ้นระยะพักตัว หรือให้เมล็ดข้าววัชพืชที่ร่วงในนาก่อนนี่พร้อมที่จะงอกให้มากที่สุด ให้ขังน้ำในแปลง 1 คืน และปล่อยให้น้ำแห้งเองเพื่อล่อข้าววัชพืชให้งอกขึ้นมาเต็มที่ซึ่งไม่ควรพ่น สารเคมีกำจัด แต่ให้ไถกลบทุบเป็นปุ๋ยไปเลย... ควรล่อวัชพืชอย่างน้อย 1 ครั้งขึ้นไป ต่อจากนั้น ให้ไถเตรียมดินเหมือนนาดำ หรือนาหว่านน้ำตมทั่วไป แต่ปรับเทือกให้สม่ำเสมอมากที่สุด พอเช้าวันต่อมาให้โยนกล้าได้กรณีที่เป็นดินเหนียว แต่ถ้าเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายหลังปรับเทือกให้โยนต้นกล้าทันทีทันใด

ภาพที่ 1 การโยนกล้า

2.2.1.3)ขั้นตอนการโยนต้นกล้า ขณะ ที่โยนต้นกล้าในแปลงควรมีน้ำขลุกขลิกเล็กน้อย วิธีโยน ให้เดินถอยหลังโยนกำมือละ 5-15 หลุม โดยตวัดหงายมือโยนต้นข้าวขึ้นสูงกว่าระดับศีรษะ ต้นกล้าจะกระจายตัวพุ่งลงตั้งตรงหรือเอนเล็กน้อย สำหรับถาดเพาะให้วางบนท่อนแขนครั้งละหลาย ๆ แผ่นแล้วแต่จะรับไหว หากเห็นว่าต้นข้าวห่างเกินไปให้โยนเพิ่มเติมได้ วิธีโยนสามารถนำอุปกรณ์คล้ายเรือลงไปในแปลงนาได้ เพื่อให้สามารถใส่ถาดเพาะครั้งละมาก ๆ และสะดวก ในการโยน เกษตรกร 1 คน โยนต้นกล้าได้ 3-5 ไร่/วัน หลังจากหว่าน 1-2 วัน ให้เติมน้ำทันทีและเพิ่มระดับน้ำขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 5-10 เซนติเมตร ซึ่งมีประสิทธิภาพควบคุมข้าววัชพืชและวัชพืชได้ดีมาก ให้รักษาระดับน้ำจนถึงข้าวโตคลุมพื้นที่นาหรือจนถึงก่อนเกี่ยว 15-20 วัน

2.2.1.4)ขั้นตอนการปฏิบัติดูแลรักษา ควรใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนโยนต้นกล้า 1 วัน ขณะปรับเทือกและการปฏิบัติดูแลรักษาเช่นเดียวกันกับการทำนาวิธีอื่น ๆ ทุกประการ

2.2.2) การทำนาแบบชนิดหว่าน โดยส่วนมากนิยม เนื่องจากขาดแคลนแรงงานสภาพน้ำจำกัด ยากแก่การปักดำข้าว หรือพื้นที่อยู่ในเขตน้ำฝนไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ เป็นการปลูกข้าวโดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวหว่านลงไปในนาที่เตรียมดินไว้แล้ว มี วิธีดังนี้คือ

2.2.2.1) การหว่านข้าวแห้ง มักใช้วิธีนี้ในเขตนาน้ำฝนหรือในพื้นที่ที่ควบคุมน้ำไม่ได้ โดยเมล็ดพันธุ์ที่หว่านไม่ได้เพาะให้งอกเสียก่อน เรียกอีกอย่าง คือ หว่านสำรวย เป็นการหว่านคอยฝนในสภาพดินแห้ง โดยหว่านหลังจากไถแปร เมื่อฝนตกลงมาเมล็ดข้าวที่หว่านไว้จะได้งอก บางกรณีเพื่อป้องกันการทำลายของศัตรูข้าว จะมีการคราดกลบเมล็ดหลังการหว่าน ซึ่งอาจเรียกว่าหว่านคราดกลบ อีกกรณีหนึ่งเป็นการหว่านในสภาพดินเปียก คือ มีฝนตกเมื่อไถแปรแล้ว ก็หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวตามทันทีแล้วคราดกลบ วิธีนี้เรียกว่าหว่านหลังขี้ไถ การหว่านข้าวแห้งจะใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณไร่ละ 10 – 15 กก.

2.2.2.2) การหว่านข้าวตม หรือหว่านข้าวงอก หรือหว่านเพาะเลย เป็นการหว่านโดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีการเพาะให้งอก กล่าวคือ แช่น้ำสะอาด 12 – 24 ชั่วโมง แล้วนำไปหุ้ม 30 – 48 ชม. จนเมล็ดข้าวมีรากงอกยาวประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร ที่เรียกว่า ตุ่มตา แล้วจึงหว่านลงในพื้นที่นา ที่เกษตรกรได้เตรียมไว้อย่างดี คือ การไถดะ การไถแปร และ การทำเทือกจนราบเรียบโดยวิธีนี้บางกรณีในเขตหน้าน้ำฝนจะทำให้ควบคุมปริมาณน้ำได้ยาก เกษตรกรจำเป็นต้องหว่านเมล็ดข้าวในเทือกที่มีน้ำขัง แต่ในเขตชลประทาน ควรระบายน้ำให้เทือกอยู่ในระดับพอดี โดยให้เกษตรกรสังเกตจากเมล็ดข้าวที่หว่านจะจมในเทือกประมาณครึ่งหนึ่งของเมล็ดแนวนอนเมื่อ ข้าวงอกแล้วค่อยๆระบายน้ำเข้านา แต่ไม่ให้ท่วมยอดต้นข้าว การหว่านน้ำตม ถ้าเตรียมดินดีวัชพืชน้อยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ไร่ละ 10-15 กก. แต่ถ้าเตรียมดินไม่ดี มีวัชพืชมากในอัตราเมล็ดพันธุ์ไร่ละ 15 – 20 กก.

2.2.3) การทำนาแบบชนิดหยอด นิยมในเขตพื้นที่สูง เขตพื้นที่ไร่ หรือ ในสภาพนาที่ฝนไม่ค่อยตกต้องตามฤดูกาล โดยใช้เมล็ดข้าวแห้งที่ไม่ได้มีการเพาะให้งอก หยอดลงไปในหลุมที่เกษตรกรได้เตรียมไว้ โดยใช้จอบ ใช้เสียม หรือ ใช้ไม้กระทุ้ง ใช้เครื่องหยอด หรือ อีกวิธี โดยการโรยเป็นแถว ในร่องที่ทำเตรียมไว้แล้วกลบดินฝังเมล็ดข้าว เมื่อฝนตกลงมาเมล็ดข้าวที่หยอดจะงอก ในสภาพไร่หรือที่สูง อาจทำเป็นหลุมลึก 4-5 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้าวหลุมละ 5-6 เมล็ด ส่วนในที่ราบสูง เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถทำร่องห่างกัน 25-30 เซนติเมตร นาหยอดจะใช้เมล็ดพันธุ์ต่อไร่ประมาณ 8-10 กก.

2.2.4) การทำนาดำ เป็นวิธีการปลูกข้าว โดยแบ่งการปลูกเป็น

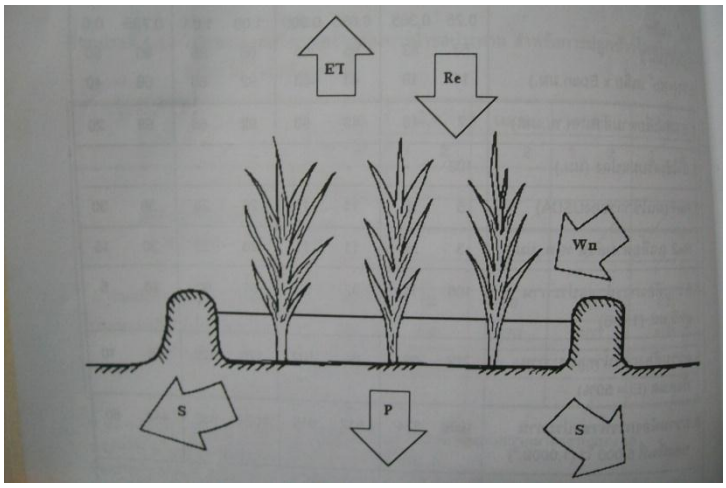
- ขั้นตอนการตกกล้า

- ขั้นตอนการปักดำ

ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปักดำน้อยลง เนื่องจากขาดแคลนแรงงาน แต่อย่างไรก็ดี ในสมัยนี้ ชาวนามีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ เช่นรถดำนา รถปักกล้า การปักดำจึงไม่ใช่ปัญหาของเกษตรกรอีกต่อไป และ การทำนาแบบปักดำยังเป็นวิธีการปลูกข้าวที่สามารถควบคุมวัชพืชต่างๆ ได้ดีกว่าการทำนาแบบหว่านเมล็ดอีกด้วย

2.3 **สมการสมดุลน้ำ**

การคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานสำหรับข้าว โดยใช้หลักการสมดุลของน้ำในแปลงนาซึ่งมีตัวแปลต่างที่เกี่ยวข้องดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมแสดงสมดุลของน้ำในแปลงนา

จากภาพที่ 2 จะสามารถเขียนสมการแสดงอัตราของน้ำไหลเข้าและไหลออกในสมดุลน้ำได้ ดังนี้

$$P + I \pm R_0 = ET + D \pm \Delta W$$

อัตราของน้ำไหลเข้าสำหรับช่วงเวลาใดๆแสดงโดย

P = ปริมาณน้ำฝน

I = ปริมาณน้ำชลประทาน

อัตราของน้ำไหลออกแสดงโดย

ET = evapotranspiration ซึ่งประกอบด้วยการระเหย (evaporation) จาก ดินและการคายน้ำ (transpiration) ของพืช

D = ความลึกการซึมหรือการระบายน้ำ

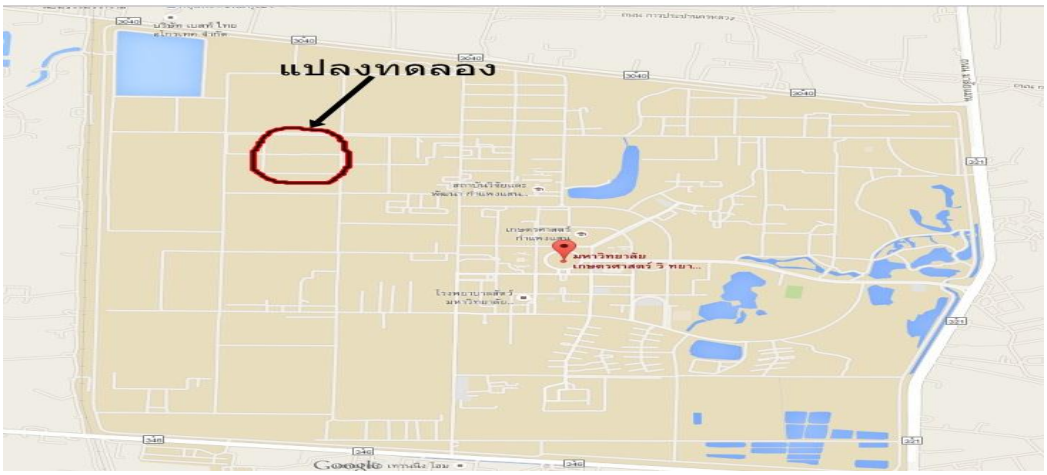
W = การเปลี่ยนแปลงความจุน้ำ (W) ของการแยกมวลดินช่วงเวลาใดๆ

R_0 = น้ำผิวดินหรือการไหลออกจาก lysimeter โดยปกติขอบยื่นของ lysimeter จะป้องกันการไหลออกจากระบบการหา evapotranspiration (ET) ค่าต่างๆของสมการสมดุลน้ำต้องวัดให้สอดคล้องกับ $ET = P + I - D \pm \Delta W$ ปริมาณน้ำฝน (P) และน้ำชลประทาน (I) สามารถหาได้โดยตรงจากวิธี conventional ซึ่งดูจากเครื่องวัดน้ำฝนมาตรฐานและ calibrated ถังคอนกรีต

การเปลี่ยนแปลงความจุน้ำของมวลดิน (Δw) ซึ่งเป็นการสะสมน้ำในดินหลังได้น้ำฝน, น้ำชลประทาน หรือการสูญเสียน้ำจากดินโดยการใช้น้ำของพืช ซึ่งยุ่งยากต่อการหาใน weighing lysimeter การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (จากน้ำฝน น้ำชลประทาน และการระบายน้ำ) ทำได้โดยตรงและวัดจากความเปลี่ยนแปลงความจุน้ำ (Δw) อย่างไรก็ตามความยุ่งยากและราคาที่แพงของเครื่องแบบชั่งน้ำหนักทำให้เกิดข้อจำกัดในกรณีของ non-weighing lysimeter ใช้หาการเปลี่ยนแปลงความจุน้ำ Δwโดยการสุ่มตัวอย่างดิน ใช้ tension meters, electro-resistance blocksหรือการตรวจ neutron ประโยชน์ของวิธีการตรวจสอบ neutron ได้รับการยอมรับและวัดการเปลี่ยนแปลงความชื้นได้บ่อย น้ำในครั้งหนึ่งๆหาจากช่วงระหว่างการระบายน้ำที่เกิดขึ้น 2 ครั้ง หลังจากระบายน้ำอย่างสมบูรณ์แล้ว มวลดินจะเป็นดินจุความชื้นที่แน่นอน เรียกว่า ‘‘field capacity’’ หลังจากได้น้ำฝนหรือน้ำชลประทานอย่างเพียงพอ การสูญเสียน้ำ จะถูกชดเชยและความจุความชื้นของน้ำจะต้องคาดการณ์อีกครั้งที่ field capacity หลังการระบายน้ำสิ้นสุดลง Δw จะกลายเป็นค่าลบและ Evapotranspiration สามารถหาได้โดยตรงจาก $ET = P + I – D$

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สถานที่ที่ทำการติดตั้งและทดลองใช้อุปกรณ์



ภาพที่ 3 แผนที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ภาพที่ 4 แปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

ภาพที่ 5 ขี้เถ้าแกลบ

ภาพที่ 6 ถาดเพาะเมล็ดพันธุ์

ภาพที่ 7 ดินร่วนปนดินเหนียว

ภาพที่ 8 ข้าวRice Berry

ภาพที่ 9 Flintkote

ภาพที่ 10 ท่อซีเมนต์

ภาพที่ 11 ปูนซีเมนต์

ภาพที่ 12 hook gage

3.3 **รายการวัสดุ**

ตารางที่ 1 รายการประเมินราคาวัสดุก่อสร้าง : ถังวัดการใช้น้ำของข้าว

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ราคา/หน่วยบาท	รวมราคา บาท	หมายเหตุ
	ค่าวัสดุ					
1	ถังรองซึมขนาด 80 ซม.	8	ลูก	110	880	
2	ฝาซีเมนต์ขนาด 80 ซม.	2	ฝา	110	220	
3	ปูนก่อ	1	ลูก	100	100	
4	ฟรินโคท	1	กระป๋อง	260	260	
5	ข้องอ 90° (PVC 4 นิ้ว)	1	ตัว	50	50	
	รวมค่าวัสดุ				1,510	
	ค่าแรงงาน					
6	ค่าแรงงานติดตั้ง (จ้างเหมา)	-	-	500	500	
	รวมค่าแรงงาน				500	
	รวมทั้งสิ้น				2,010	

รวมทั้งสิ้น 6 รายการ

3.4 วิธีดำเนินงาน

3.4.1 ออกแบบและติดตั้ง

1.ทำการออกแบบถังวัดการใช้น้ำของข้าวโดยใช้ท่อซีเมนต์ขนาด 80 x 40 เซนติเมตร ทั้งหมดจำนวน 8 ท่อ และมีฝาปิด จำนวน 2 ฝา โดย 1 ถังจะใช้ท่อซีเมนต์ขนาด 80 x 40 เซนติเมตร นำมาต่อกัน 2 ท่อ โดยจะมีถัง 2 ถังที่มีฝาปิดก้นถัง คือถังที่ 1 และถังที่ 3 ส่วนอีก 2 ถังจะเป็นถังแบบเปิดก้นถังคือ ถังที่ 2 และถังที่ 4

2.ทำการขุดหลุมสำหรับการวางท่อซีเมนต์ จำนวน 4 หลุม (รูปที่ 13) ลึกประมาณ 60 เซนติเมตร จากนั้นทำการปรับระดับที่ก้นหลุมโดยนำดินลงไปปรับระดับ จากนั้นเททรายลงไปเพื่อทำการปรับระดับอีกครั้งให้มีระนาบเท่ากัน รวมความหนาชั้นดินและทรายที่ทำการปรับระดับประมาณ 10 เซนติเมตร

3.นำท่อซีเมนต์ใส่ลงไปในหลุม (รูปที่ 14) โดยที่ ระดับที่ถังอยู่ลึกลงไปในดินประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วนำปูนมาอุดรอยต่อระหว่างท่อ รอจนกระทั่งปูนแห้ง หลังจากนั้นทา Flintkote ให้ทั่วในถัง

4.นำดินที่ขุดไว้ใส่กลับลงไปในถังให้มีระดับเท่ากับดินด้านนอก

ภาพที่ 13 ขณะขุดดินเพื่อวางถัง

ภาพที่ 14 ถังที่มีฝาปิดก้นถัง (ถังที่ 1 และ 3)

ภาพที่ 15 ถังที่ไม่มีฝาปิดก้นถัง (ถังที่ 2 และ 4)

ภาพที่ 16 ถังที่ทำการติดตั้งแล้วเสร็จทั้ง 4 ถัง

(ถังที่ 1 นับจากทางขวามือ ถัดมาคือ ถังที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ)

3.4.2 การเพาะเมล็ดข้าว

1. นำดินเหนียวปนดินร่วนมาผสมกับขี้เถ้าแกลบเข้าด้วยกัน (รูปที่ 17) แล้วนำไปใส่ในถาดเพาะเมล็ดประมาณ ½ หลุม

2. นำเมล็ดข้าวพันธุ์ Rice Berry ใส่ในหลุมประมาณ 4-5 เมล็ด (รูปที่ 18) แล้วนำดินผสมขี้เถ้าแกลบมากลบเมล็ดข้าว

ภาพที่ 17 การผสมดินกับขี้เถ้าแกลบ

ภาพที่ 18 ขณะหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

3. นำถาดที่ใส่เมล็ดข้าวไปวางเรียงกันไว้ในแปลงนาที่ทดลองแล้วนำสแลนมาคลุม(รูปที่ 19) หลังจากนั้นทำการรดน้ำถาดเพาะเมล็ดข้าวให้ทั่ว (รูปที่ 20)

ภาพที่ 19 ถาดเพาะเมล็ดที่ย้ายมาวางในแปลง

ภาพที่ 20 การรดน้ำถาดเพาะเมล็ด

3.4.3 การเตรียมแปลงและการปลูกข้าว

1.ไถแปลงให้ดินมีระดับสม่ำเสมอกัน แล้วส่งน้ำเข้าแปลงให้น้ำท่วมขังก่อนปลูก 1 คืน

2.นำข้าวที่เพาะไว้ไปโยนให้ทั่วแปลง และ นำไปปลูกในถัง 2 ถังคือถังที่ 1 และถังที่ 2 ส่วนอีก 2 ถัง ไม่ต้องปลูกคือถังที่ 3 และถังที่ 4

ภาพที่ 21 การโยนข้าว

ภาพที่ 22 ถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง

3.4.4 วัดค่าการใช้น้ำของข้าวและเก็บข้อมูล

1. นำ Hook gage ไปติดตั้งและทำการวัดระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง ในเวลาประมาณ 12.00 น. ถึง 13.00 น. ของทุกวัน ตั้งแต่วันที่ 17 มีนาคม 2558 เป็นต้นไป

2. นำน้ำมาเติมใส่ในถังให้ได้ระดับ วัดจากผิวดินขึ้นมาประมาณ 10 เซนติเมตร

ภาพ ที่ 23 นำ Hook gage วัดระดับน้ำในถัง

ภาพที่ 24 เติมน้ำในถังที่ระดับ 10 เซนติเมตร

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

4.1 การออกแบบและการติดตั้ง

การออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าวเป็นไปตามหัวข้อ 3.4.1 ซึ่งทำการติดตั้งบริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

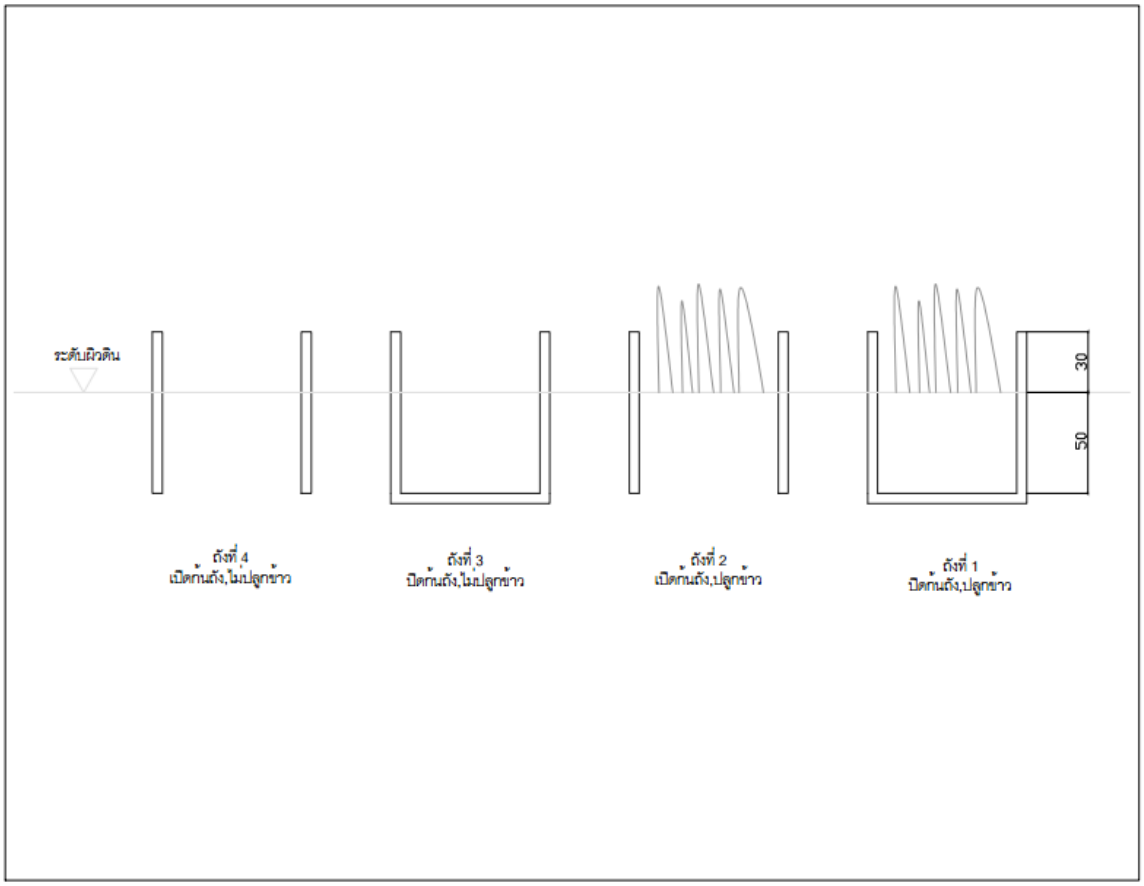
ภาพที่ 25 ถังวัดการใช้น้ำของข้าวขณะทำการติดตั้ง (ถังที่ 1 นับจากทางขวามือ ถัดมาคือ ถังที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ)

ภาพที่ 26ถังวัดการใช้น้ำของข้าวเมื่อทำการติดตั้งเสร็จ (ถังที่ 1 นับจากทางขวามือ ถัดมาคือ ถังที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ)

ภาพที่ 27 บริเวณที่ทำการติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว (ถังที่ 1 นับจากทางขวามือ ถัดมาคือ ถังที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ)

ภาพที่ 28 ถังวัดการใช้น้ำของข้าวเมื่อทดลองปลูกข้าว (ถังที่ 1 นับจากทางขวามือ ถัดมาคือ ถังที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ)

4.2 แบบแปลน



ภาพที่ 29 แบบแปลนถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง

(ถังที่ 1 นับจากทางขวามือ ถัดมาคือ ถังที่ 2,3 และ 4 ตามลำดับ)

4.3 ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าว

การทดลองนี้ได้ทำการหาปริมาณการใช้น้ำข้าว โดยใช้ถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeters) ซึ่งทำการปลูกข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2558 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม 2558

ปริมาณการใช้น้ำของข้าว วัดค่าในช่วงเวลา 12.00 - 12.30 น. ของทุกวัน ค่าที่วัดคือระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง ใน 1 วัน โดยแต่ละถังจะได้ค่าการใช้น้ำที่ต่างกันไป วัดจากถังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ค่าที่วัดออกมาเป็นหน่วยเซนลิเมตร แล้วคำนวณปริมาตรออกมาเป็นความลึกในหน่วยมิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลจากการเก็บบันทึกค่าระดับน้ำเป็นรายวัน ตั้งแต่วันที่ 17 มีนาคม 2558 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม 2558

ว/ด/ป	ระดับน้ำ วัดโดย Hookgage (cm.)				หมายเหตุ
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	
17/3/2558	20.63	17.84	21.10	18.67	
17/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
18/3/2558	20.36	18.11	20.45	19.55	
18/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
19/3/2558	21.05	18.43	20.14	18.76	
19/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
20/3/2558	21.15	18.26	20.64	19.41	
20/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
21/3/2558	21.29	18.52	20.41	19.23	
21/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
22/3/2558	21.46	18.70	20.76	19.38	
22/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
23/3/2558	21.54	18.63	20.59	19.61	
23/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
24/3/2558	22.10	19.26	21.03	19.84	
24/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
25/3/2558	22.55	19.58	21.46	20.54	
25/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
26/3/2558	22.17	20.14	21.26	21.22	
26/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
27/3/2558	22.84	20.57	21.74	21.84	
27/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
28/3/2558	22.53	20.95	21.54	22.25	
28/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
29/3/2558	23.21	21.34	21.65	22.88	
29/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
30/3/2558	23.33	21.47	21.41	22.74	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ว/ด/ป	ระดับน้ำ วัดโดย Hookgage (cm.)				หมายเหตุ
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	
30/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
31/3/2558	23.59	21.96	21.55	22.62	
31/3/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
1/4/2558	23.62	22.35	21.84	22.81	
1/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
2/4/2558	23.71	22.46	21.90	23.04	
2/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
3/4/2558	23.94	22.00	22.04	23.15	
3/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
4/4/2558	24.01	22.10	22.26	23.36	
4/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
5/4/2558	24.14	22.27	22.43	23.87	
5/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
6/4/2558	24.17	22.34	22.41	23.67	
6/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
7/4/2558	24.22	22.21	22.53	23.53	
7/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
8/4/2558	24.54	22.54	22.85	23.14	
8/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
9/4/2558	24.62	22.95	22.94	23.26	
9/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
10/4/2558	24.71	23.05	23.07	24.01	
10/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
11/4/2558	24.82	23.16	23.25	24.56	
11/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
12/4/2558	25.43	24.26	23.90	25.13	
12/4/2558	-	-	-	-	*
13/4/2558	-	-	-	-	*
13/4/2558	-	-	-	-	*
14/4/2558	-	-	-	-	*
14/4/2558	-	-	-	-	*
15/4/2558	-	-	-	-	*
15/4/2558	-	-	-	-	*
16/4/2558	-	-	-	-	*
16/4/2558	-	-	-	-	*
17/4/2558	-	-	-	-	*
17/4/2558	-	-	-	-	*
18/4/2558	-	-	-	-	*
18/4/2558	-	-	-	-	*
19/4/2558	-	-	-	-	*

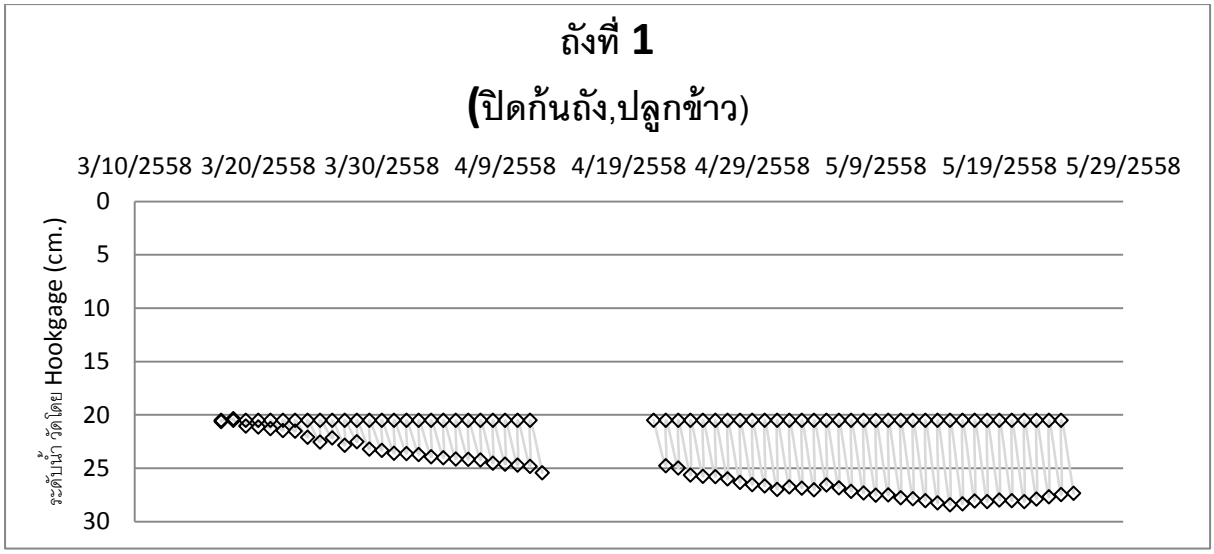
ตารางที่ 2 (ต่อ)

ว/ด/ป	ระดับน้ำ วัดโดย Hookgage (cm.)				หมายเหตุ
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	
19/4/2558	-	-	-	-	*
20/4/2558	-	-	-	-	*
20/4/2558	-	-	-	-	*
21/4/2558	-	-	-	-	*
21/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
22/4/2558	24.76	23.54	24.23	24.34	
22/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
23/4/2558	24.98	23.65	23.32	24.65	
23/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
24/4/2558	25.65	24.65	23.43	24.76	
24/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
25/4/2558	25.76	25.30	23.44	25.06	
25/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
26/4/2558	25.78	24.87	23.39	25.13	
26/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
27/4/2558	25.99	25.65	23.45	25.23	
27/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
28/4/2558	26.34	25.76	23.41	25.32	
28/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
29/4/2558	26.55	25.96	23.54	25.21	
29/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
30/4/2558	26.65	24.78	23.65	25.38	
30/4/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
1/5/2558	26.98	25.47	23.87	25.06	
1/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
2/5/2558	26.76	26.76	23.67	25.13	
2/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
3/5/2558	26.87	26.36	23.76	24.89	
3/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
4/5/2558	27.02	25.87	23.87	24.78	
4/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
5/5/2558	26.57	26.8	23.55	24.87	
5/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
6/5/2558	26.84	25.98	23.69	24.67	
6/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
7/5/2558	27.17	25.78	23.98	24.89	
7/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
8/5/2558	27.32	25.86	24.06	24.93	
8/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	

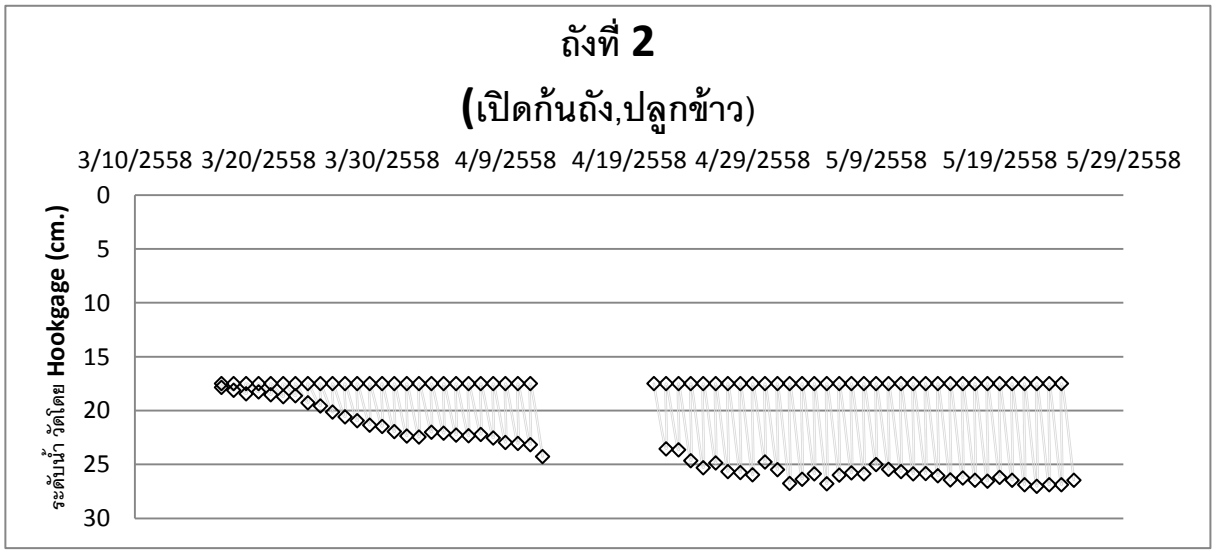
ตารางที่ 2 (ต่อ)

ว/ด/ป	ระดับน้ำ วัดโดย Hookgage (cm.)				หมายเหตุ
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	
9/5/2558	27.54	25.01	24.18	25.12	
9/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
10/5/2558	27.49	25.45	24.21	25.22	
10/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
11/5/2558	27.76	25.65	23.89	25.18	
11/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
12/5/2558	27.87	25.87	23.93	25.34	
12/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
13/5/2558	28.03	25.85	24.07	25.49	
13/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
14/5/2558	28.24	26.05	23.89	25.65	
14/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
15/5/2558	28.44	26.42	23.78	25.55	
15/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
16/5/2558	28.34	26.26	23.92	25.10	
16/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
17/5/2558	28.06	26.45	24.11	25.28	
17/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
18/5/2558	28.13	26.54	24.32	25.40	
18/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
19/5/2558	27.97	26.18	24.24	25.65	
19/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
20/5/2558	28.05	26.45	24.18	25.56	
20/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
21/5/2558	28.13	26.87	24.25	25.85	
21/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
22/5/2558	27.88	27.03	24.29	25.67	
22/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
23/5/2558	27.68	26.89	24.33	25.87	
23/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
24/5/2558	27.47	26.87	24.26	25.54	
24/5/2558	20.50	17.50	20.00	18.50	
25/5/2558	27.36	26.45	24.65	25.19	

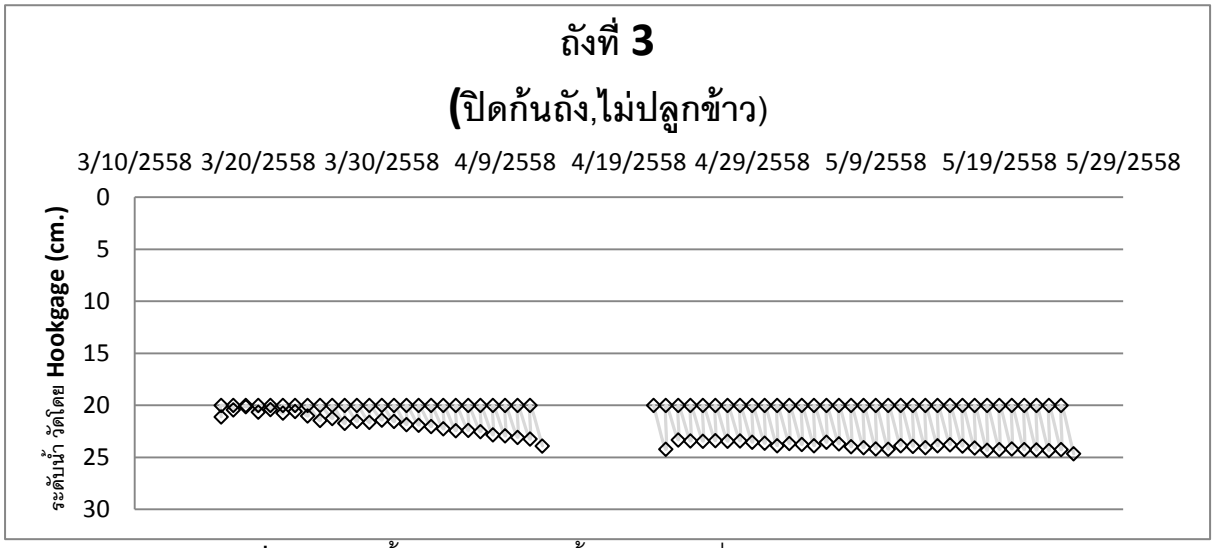
***หมายเหตุ** วันที่ 12-21 เมษายน 2558 ไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้เนื่องจากกรมชลประทานไม่ส่งน้ำจึงทำให้ไม่มีน้ำในแปลงนาเพียงพอที่จะใช้เก็บข้อมูล



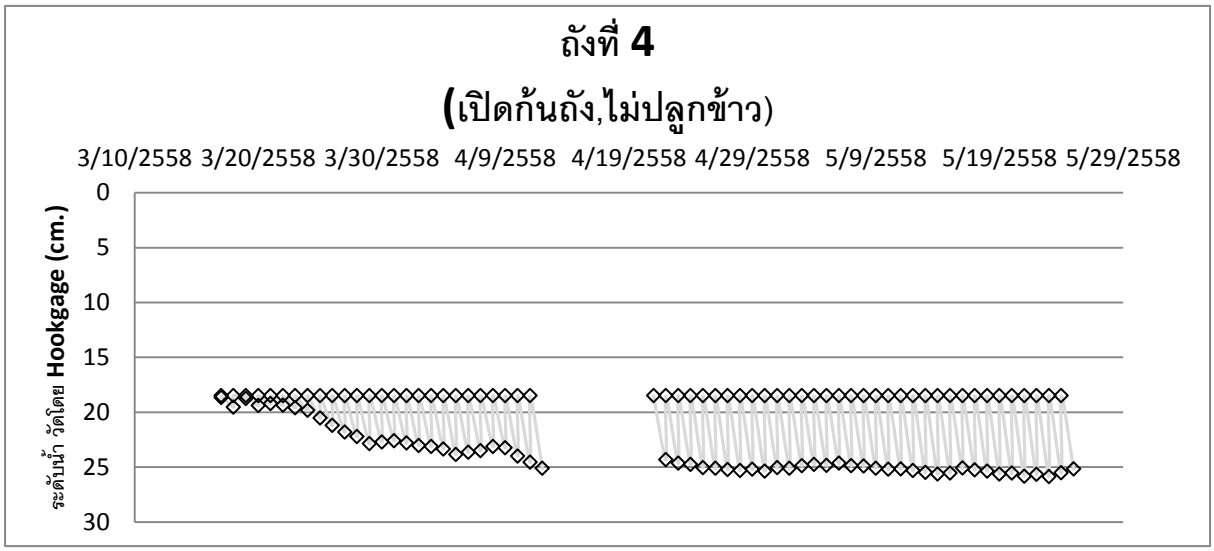
ภาพที่ 30 ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 1 วัดโดย Hook gage



ภาพที่ 31 ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 2 วัดโดย Hook gage



ภาพที่ 32 ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 3 วัดโดย Hook gage



ภาพที่ 33 ระดับน้ำในถังวัดการใช้น้ำของข้าวถังที่ 4 วัดโดย Hook gage

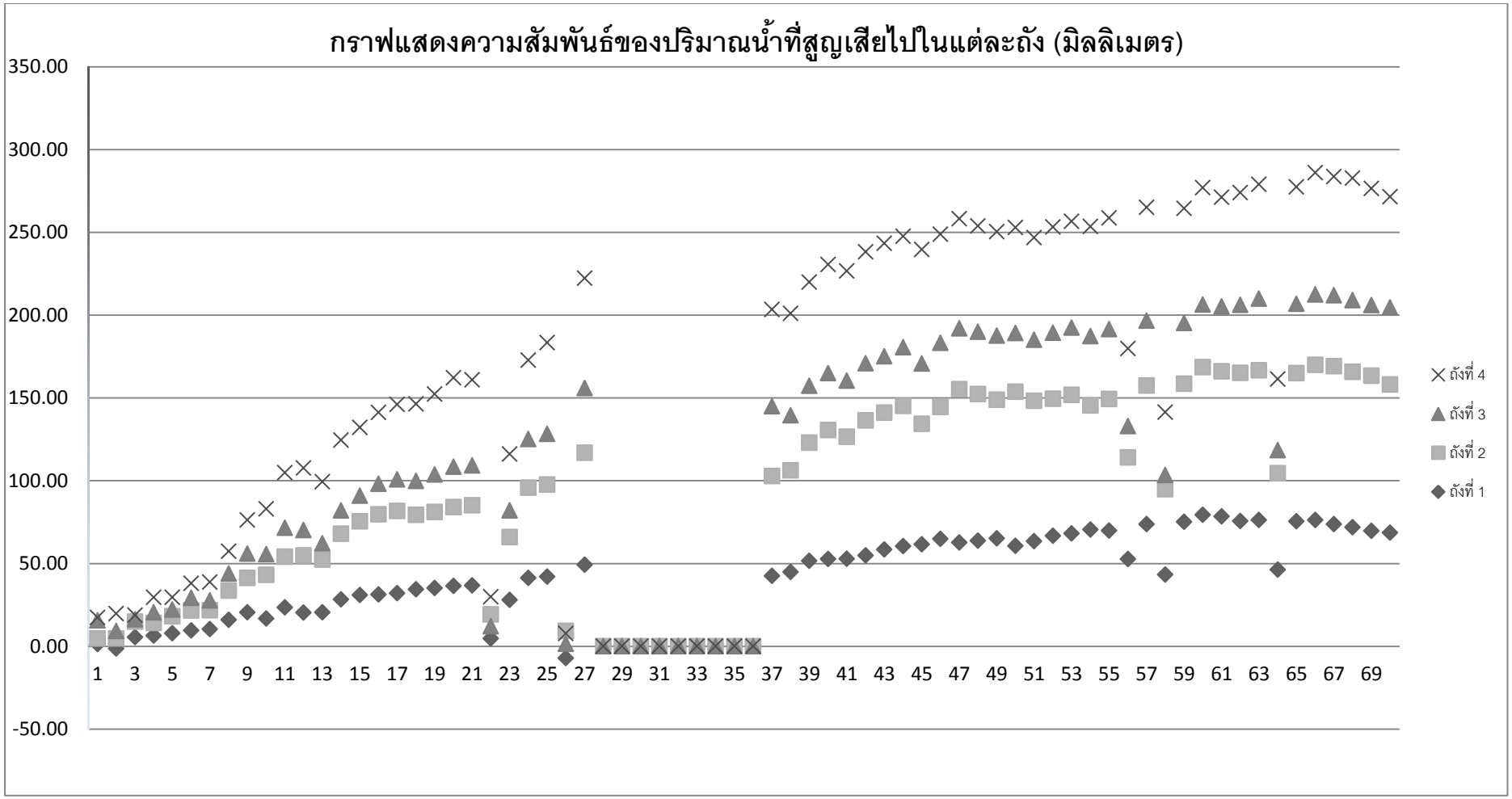
ตารางที่ 3 ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวในถังวัดการใช้น้ำของข้าวแต่ละถัง (mm)

ว/ด/ป	ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวต่อวัน (mm)			
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4
17/3/2558	1.30	3.40	11.00	1.70
18/3/2558	-1.40	6.10	4.50	10.50
19/3/2558	5.50	9.30	1.40	2.60
20/3/2558	6.50	7.60	6.40	9.10
21/3/2558	7.90	10.20	4.10	7.30
22/3/2558	9.60	12.00	7.60	8.80
23/3/2558	10.40	11.30	5.90	11.10
24/3/2558	16.00	17.60	10.30	13.40
25/3/2558	20.50	20.80	14.60	20.40
26/3/2558	16.70	26.40	12.60	27.20
27/3/2558	23.40	30.70	17.40	33.40
28/3/2558	20.30	34.50	15.40	37.50
29/3/2558	20.50	31.80	9.90	37.20
30/3/2558	28.30	39.70	14.10	42.40
31/3/2558	30.90	44.60	15.50	41.20
1/4/2558	31.20	48.50	18.40	43.10
2/4/2558	32.10	49.60	19.00	45.40
3/4/2558	34.40	45.00	20.40	46.50
4/4/2558	35.10	46.00	22.60	48.60
5/4/2558	36.40	47.70	24.30	53.70
6/4/2558	36.70	48.40	24.10	51.70
7/4/2558	4.70	14.60	-7.20	17.80
8/4/2558	28.00	38.00	16.10	34.00
9/4/2558	41.20	54.50	29.40	47.60
10/4/2558	42.10	55.50	30.70	55.10
11/4/2558	-7.10	16.30	-7.80	6.30
12/4/2558	49.30	67.60	39.00	66.30
13/4/2558	-	-	-	-
14/4/2558	-	-	-	-
15/4/2558	-	-	-	-
16/4/2558	-	-	-	-
17/4/2558	-	-	-	-
18/4/2558	-	-	-	-
19/4/2558	-	-	-	-
20/4/2558	-	-	-	-
21/4/2558	-	-	-	-
22/4/2558	42.50	60.30	42.20	58.30
23/4/2558	44.80	61.50	33.20	61.50
24/4/2558	51.50	71.50	34.30	62.60
25/4/2558	52.60	78.00	34.40	65.60

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ว/ด/ป	ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวต่อวัน (mm)			
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4
26/4/2558	52.80	73.70	33.90	66.30
27/4/2558	54.90	81.50	34.50	67.30
28/4/2558	58.40	82.60	34.10	68.20
29/4/2558	60.50	84.60	35.40	67.10
30/4/2558	61.50	72.80	36.50	68.80
1/5/2558	64.80	79.70	38.70	65.60
2/5/2558	62.60	92.60	36.70	66.30
3/5/2558	63.70	88.60	37.60	63.90
4/5/2558	65.20	83.70	38.70	62.80
5/5/2558	60.70	93.00	35.50	63.70
6/5/2558	63.40	84.80	36.90	61.70
7/5/2558	66.70	82.80	39.80	63.90
8/5/2558	68.20	83.60	40.60	64.30
9/5/2558	70.40	75.10	41.80	66.20
10/5/2558	69.90	79.50	42.10	67.20
11/5/2558	72.60	81.50	38.90	66.80
12/5/2558	73.70	83.70	39.30	68.40
13/5/2558	75.30	83.50	40.70	69.90
14/5/2558	75.20	83.30	36.70	69.30
15/5/2558	79.40	89.20	37.80	70.50
16/5/2558	78.40	87.60	39.20	66.00
17/5/2558	75.60	89.50	41.10	67.80
18/5/2558	76.30	90.40	43.20	69.00
19/5/2558	46.20	58.30	13.90	43.00
20/5/2558	75.50	89.50	41.80	70.60
21/5/2558	76.30	93.70	42.50	73.50
22/5/2558	73.80	95.30	42.90	71.70
23/5/2558	71.80	93.90	43.30	73.70
24/5/2558	69.70	93.70	42.60	70.40
25/5/2558	68.60	89.50	46.50	66.90
average	45.97	59.84	27.49	50.31
sum	2804.00	3650.20	1677.00	3068.70

หมายเหตุ: ค่าบวกหมายถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากถัง และค่าลบหมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นมาจากถัง



ภาพที่ 34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในแต่ละถัง

หมายเหตุ: กราฟที่มีค่าบวกหมายถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากถัง และกราฟที่มีค่าลบหมายถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นมาจากถัง

4.4 วิจารณ์ผล

ในการออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าว ซึ่งติดตั้งไว้ทั้งหมด 4 ถัง และทดลองปลูกข้าวเพื่อศึกษาหาว่าถังวัดการใช้น้ำของข้าวนี้สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งจากการทดลองค่าที่ได้มีดังนี้

ถังที่ 1 (รูปที่ 30) ซึ่งเป็นถังที่ได้ทำการปลูกข้าว และปิดก้นมีค่าของการคายระเหย(Evapotranspiration, ET) ตั้งแต่เริ่มทดลองได้ค่าการใช้น้ำของพืชในถังนี้ตลอดการทดลองคือ 2,804.00 มิลลิเมตรต่อระยะเวลา 70 วัน คิดเป็น 1.67 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณการสูญเสียน้ำในถังที่ 1 เท่ากับ 45.97 มิลลิเมตรต่อวัน

ถังที่ 2 (รูปที่ 31) ซึ่งทำการปลูกข้าวและเปิดก้นถัง มีค่าการคายระเหย(Evapotranspiration, ET) และค่าซึมลึกของน้ำลงใต้ดิน (Percolation, P)ตั้งแต่เริ่มทดลองได้ค่าการใช้น้ำในถังนี้ตลอดการทดลองคือ 3,650.20 มิลลิเมตรต่อระยะเวลา 70 วัน คิดเป็น 2.17 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณการสูญเสียน้ำในถังที่ 2 เท่ากับ 59.84 มิลลิเมตรต่อวัน

ถังที่ 3 (รูปที่ 32) ซึ่งไม่มีการปลูกข้าวแต่จะปักเป็นต้นข้าวปลอมแทนการปลูกข้าว และปิดก้นถัง มีค่าการระเหย(Evaporation, E) ตั้งแต่เริ่มทดลองได้ค่าการใช้น้ำในถังนี้ตลอดการทดลองคือ 1,677.00 มิลลิเมตรต่อระยะเวลา 70 วัน คิดเป็น 1.00 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณการสูญเสียน้ำในถังที่ 3 เท่ากับ 27.49 มิลลิเมตรต่อวัน

ถังที่ 4 (รูปที่ 33) ซึ่งไม่มีการปลูกข้าวแต่จะปักเป็นต้นข้าวปลอมแทนการปลูกข้าว และเปิดก้นถัง มีค่าการระเหย(Evaporation, E) และค่าซึมลึกของน้ำลงใต้ดิน (Percolation, P) ตั้งแต่เริ่มทดลองได้ค่าการใช้น้ำในถังนี้ตลอดการทดลองคือ 3068.70 มิลลิเมตรต่อระยะเวลา 70 วัน คิดเป็น 1.83 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณการสูญเสียน้ำในถังที่ 4 เท่ากับ 50.31 มิลลิเมตรต่อวัน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในการออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของข้าวทั้ง 4 ถัง ซึ่งตั้งอยู่บริเวณแปลงทดลอง ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน นั้นสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี การติดตั้งเป็นไปตามแบบแปลนทุกประการ

จากการทดสอบการวัดการใช้น้ำของถังวัดการใช้น้ำของข้าว ทั้ง 4 ถัง จากวัสดุที่ทำด้วยปูนซีเมนต์ พบว่า

5.1.1 ข้อดี

วัสดุที่นำมาใช้ทำคือถังปูนซีเมนต์ มีราคาถูก สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป ถังปูนมีอายุการใช้งานได้นาน ทนฝนและทนความร้อนได้ดี

5.1.2 ข้อเสีย

วัสดุประเภทปูนซีเมนต์ มักเกิดปัญหาการรั่วซึมได้ง่ายจากหลายสาเหตุ เช่น จากน้ำใต้ดินและความเค็มซึ่งสามารถทำลายโครงสร้างของตัวถังได้โดยเฉพาะถังปูนซีเมนต์ชนิดธรรมดาที่ไม่ทนซัลเฟต หรืออาจเกิดจากตัวโครงสร้างที่มีช่องอากาศมากทำให้น้ำสามารถซึมผ่านได้

5.1.3 ข้อจำกัดในการติดตั้ง

เนื่องจากถังรองซึมในท้องตลาดมีขนาดที่จำกัด ไม่มีขนาดตามการออกแบบ จึงต้องทำการประกอบตัวถังให้มีขนาดตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายในการประกอบถังด้วยตนเอง

ผลทดสอบจากถังวัดการใช้น้ำของข้าวด้วยการทดลองปลูกข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ตั้งแต่ วันที่ 17 มีนาคม 2558 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม 2558 นั้นผลที่ออกมามีค่าปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากถังวัดการใช้น้ำในปริมาณที่สูงกว่าปกติ จึงควรต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขถังวัดการใช้น้ำของข้าวใหม่ให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องแม่นยำกว่าเดิม โดยการนำมาทดสอบการรั่วซึมของถังก่อนใช้งาน และตรวจสอบรอยรั่วหรือรอยร้าวของถังก่อนนำไปติดตั้งลงในดิน ดังในข้อเสนอแนะ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ถังวัดการใช้น้ำของข้าวมีค่าสูงมากซึ่งอาจมาจาก 3 สาเหตุ คือ

1) สภาพแวดล้อมภายนอกตัวถังวัดการใช้น้ำของข้าวมีสภาพดินที่แห้ง อาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำภายในถังออกมาบริเวณนอกถังเป็นปริมาณมาก ทำให้ผลการทดสอบมีปริมาณการสูญเสียน้ำในปริมาณที่สูงมาก ในกรณีนี้อาจควบคุมระดับน้ำได้ยาก เนื่องจากการทดสอบในครั้งนี้ทดลองปลูกข้าวในฤดูแล้ง (นอกฤดูทำนา) ควรปรับการปลูกข้าวมาอยู่ในฤดูฝน หรือให้อยู่ในช่วงฤดูการปลูกข้าว (นาปี) จะสามารถควบคุมระดับน้ำภายนอกตัวถังวัดการใช้น้ำได้ง่ายกว่า เพราะเป็นช่วงที่มีน้ำเพียงพอ

2) น้ำอาจรั่วซึมออกจากตัวถังปูน เนื่องจากตัวถังปูนมีสภาพตัวถังที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ ทำให้น้ำซึมได้มากอาจใช้วัสดุอื่นมาทดแทนในการทดลองและเปรียบเทียบว่าวัสดุแบบใดที่เหมาะสมที่สุดและให้ค่าที่ถูกต้องที่สุดในการวัดการใช้น้ำของข้าว

3) ถังเกิดการรั่วหรือแตก ซึ่งอาจมาจากหลายๆปัจจัยเช่น อุดรอยต่อไม่แน่น และวิธีแก้ไขคือควรต้องทดสอบถังว่ามีการรั่วเกิดขึ้นจริงหรือไม่โดยการทดลองใส่น้ำในถังทดสอบรอยรั่วหรือรอยแตก หากตรวจสอบพบรอยรั่วหรือรอยแตกควรซ่อมแซมหรือปรับเปลี่ยนถังให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปติดตั้งลงในดิน

5.2.2. ถังวัดการใช้น้ำของข้าวมีการออกแบบตัวถังแบบดั้งเดิมทำให้ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำในตัวถังได้ควรที่จะมีการออกแบบให้สมบูรณ์มากกว่านี้ เช่น การติดตั้งเครื่องมือปรับระดับน้ำอัตโนมัติ หรือเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำตัวถัง เป็นต้น

5.2.3. การปลูกข้าวในการทดลองนี่มีการปลูกเพียงครั้งเดียวทำให้ค่าที่ได้อาจไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าถังวัดการใช้น้ำนี้สามารถใช้งานได้จริงและถูกต้องแม่นยำ ควรที่จะปลูกข้าวอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อใช้เปรียบเทียบความถูกของถังวัดการใช้น้ำของข้าว

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน (2543). เอกสารวิชาการ ปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง และค่าสัมประสิทธิ์พืช. ส่วนเกษตร ชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2545. การออกแบบระบบชลประทานในไร่นา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526 หลักชลประทานเบื้องต้น ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน , นครปฐม

อภิชาต อนุกูลอำไพ และคณะ. 2524. คู่มือการชลประทานระดับไร่นา. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. 2552 การใช้น้ำของพืช (ทฤษฎีและการประยุกต์) ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน , นครปฐม

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าว

ว/ด/ป	ระดับน้ำ (mm.)				ปริมาณ	ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวต่อวัน (mm)			
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	ฝน (cm)	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4
17/3/2558	9.87	9.66	8.90	9.83	0.00	1.30	3.40	11.00	1.70
18/3/2558	10.14	9.39	9.55	8.95	0.00	-1.40	6.10	4.50	10.50
19/3/2558	9.45	9.07	9.86	9.74	0.00	5.50	9.30	1.40	2.60
20/3/2558	9.35	9.24	9.36	9.09	0.00	6.50	7.60	6.40	9.10
21/3/2558	9.21	8.98	9.59	9.27	0.00	7.90	10.20	4.10	7.30
22/3/2558	9.04	8.80	9.24	9.12	0.00	9.60	12.00	7.60	8.80
23/3/2558	8.96	8.87	9.41	8.89	0.00	10.40	11.30	5.90	11.10
24/3/2558	8.40	8.24	8.97	8.66	0.00	16.00	17.60	10.30	13.40
25/3/2558	7.95	7.92	8.54	7.96	0.00	20.50	20.80	14.60	20.40
26/3/2558	8.33	7.36	8.74	7.28	0.00	16.70	26.40	12.60	27.20
27/3/2558	7.66	6.93	8.26	6.66	0.00	23.40	30.70	17.40	33.40
28/3/2558	7.97	6.55	8.46	6.25	0.00	20.30	34.50	15.40	37.50
29/3/2558	7.29	6.16	8.35	5.62	0.66	20.50	31.80	9.90	37.20
30/3/2558	7.17	6.03	8.59	5.76	0.00	28.30	39.70	14.10	42.40
31/3/2558	6.91	5.54	8.45	5.88	0.00	30.90	44.60	15.50	41.20
1/4/2558	6.88	5.15	8.16	5.69	0.00	31.20	48.50	18.40	43.10
2/4/2558	6.79	5.04	8.10	5.46	0.00	32.10	49.60	19.00	45.40
3/4/2558	6.56	5.50	7.96	5.35	0.00	34.40	45.00	20.40	46.50
4/4/2558	6.49	5.40	7.74	5.14	0.00	35.10	46.00	22.60	48.60
5/4/2558	6.36	5.23	7.57	4.63	0.00	36.40	47.70	24.30	53.70
6/4/2558	6.33	5.16	7.59	4.83	0.00	36.70	48.40	24.10	51.70
7/4/2558	6.28	5.29	7.47	4.97	3.25	4.70	14.60	-7.20	17.80
8/4/2558	5.96	4.96	7.15	5.36	1.24	28.00	38.00	16.10	34.00
9/4/2558	5.88	4.55	7.06	5.24	0.00	41.20	54.50	29.40	47.60
10/4/2558	5.79	4.45	6.93	4.49	0.00	42.10	55.50	30.70	55.10
11/4/2558	7.68	5.34	7.75	6.34	3.03	-7.10	16.30	-7.80	6.30
12/4/2558	5.07	3.24	6.10	3.37	0.00	49.30	67.60	39.00	66.30
13/4/2558									
14/4/2558									
15/4/2558									

ตารางผนวกที่ 1 การคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าว (ต่อ)

ว/ด/ป	ระดับน้ำ (mm.)				ปริมาณ	ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวต่อวัน (mm)			
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	ฝน (cm)	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4
16/4/2558									
17/4/2558									
18/4/2558									
19/4/2558									
20/4/2558									
21/4/2558									
22/4/2558	5.74	3.96	5.77	4.16	0.01	42.50	60.30	42.20	58.30
23/4/2558	5.52	3.85	6.68	3.85	0.00	44.80	61.50	33.20	61.50
24/4/2558	4.85	2.85	6.57	3.74	0.00	51.50	71.50	34.30	62.60
25/4/2558	4.74	2.20	6.56	3.44	0.00	52.60	78.00	34.40	65.60
26/4/2558	4.72	2.63	6.61	3.37	0.00	52.80	73.70	33.90	66.30
27/4/2558	4.51	1.85	6.55	3.27	0.00	54.90	81.50	34.50	67.30
28/4/2558	4.16	1.74	6.59	3.18	0.00	58.40	82.60	34.10	68.20
29/4/2558	3.95	1.54	6.46	3.29	0.00	60.50	84.60	35.40	67.10
30/4/2558	3.85	2.72	6.35	3.12	0.00	61.50	72.80	36.50	68.80
1/5/2558	3.52	2.03	6.13	3.44	0.00	64.80	79.70	38.70	65.60
2/5/2558	3.74	0.74	6.33	3.37	0.00	62.60	92.60	36.70	66.30
3/5/2558	3.63	1.14	6.24	3.61	0.00	63.70	88.60	37.60	63.90
4/5/2558	3.48	1.63	6.13	3.72	0.00	65.20	83.70	38.70	62.80
5/5/2558	3.93	0.70	6.45	3.63	0.00	60.70	93.00	35.50	63.70
6/5/2558	3.66	1.52	6.31	3.83	0.00	63.40	84.80	36.90	61.70
7/5/2558	3.33	1.72	6.02	3.61	0.00	66.70	82.80	39.80	63.90
8/5/2558	3.18	1.64	5.94	3.57	0.00	68.20	83.60	40.60	64.30
9/5/2558	2.96	2.49	5.82	3.38	0.00	70.40	75.10	41.80	66.20
10/5/2558	3.01	2.05	5.79	3.28	0.00	69.90	79.50	42.10	67.20
11/5/2558	2.74	1.85	6.11	3.32	2.00	52.60	61.50	18.90	46.80
12/5/2558	2.63	1.63	6.07	3.16	0.00	73.70	83.70	39.30	68.40
13/5/2558	2.47	1.65	5.93	3.01	3.20	43.30	51.50	8.70	37.90
14/5/2558	2.26	1.45	6.11	2.85	0.22	75.20	83.30	36.70	69.30
15/5/2558	2.06	1.08	6.22	2.95	0.00	79.40	89.20	37.80	70.50

ตารางผนวกที่ 1 การคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าว (ต่อ)

ว/ด/ป	ระดับน้ำ (mm.)				ปริมาณ	ปริมาณการสูญเสียน้ำของข้าวต่อวัน (mm)			
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4	ฝน (cm)	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4
16/5/2558	2.16	1.24	6.08	3.40	0.00	78.40	87.60	39.20	66.00
17/5/2558	2.44	1.05	5.89	3.22	0.00	75.60	89.50	41.10	67.80
18/5/2558	2.37	0.96	5.68	3.10	0.00	76.30	90.40	43.20	69.00
19/5/2558	3.53	2.32	6.76	3.85	1.85	46.20	58.30	13.90	43.00
20/5/2558	2.45	1.05	5.82	2.94	0.00	75.50	89.50	41.80	70.60
21/5/2558	2.37	0.63	5.75	2.65	0.00	76.30	93.70	42.50	73.50
22/5/2558	2.62	0.47	5.71	2.83	0.00	73.80	95.30	42.90	71.70
23/5/2558	2.82	0.61	5.67	2.63	0.00	71.80	93.90	43.30	73.70
24/5/2558	3.03	0.63	5.74	2.96	0.00	69.70	93.70	42.60	70.40
25/5/2558	3.14	1.05	5.35	3.31	0.00	68.60	89.50	46.50	66.90
					average	45.11	58.99	26.64	49.45
					sum	2752.00	3598.20	1625.00	3016.70