

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว

The study of water use efficiency in paddy



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว

The study of water use efficiency in paddy



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The study of water use efficiency in paddy



OF BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว The study of water use efficiency in paddy		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายบุญวัฒน์ ไช้มุกด์	รหัสนักศึกษา	58010798
	นายภูเนตร ถาวงษ์กลาง	รหัสนักศึกษา	58010993
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)		
หลักสูตร	วิศวกรรมเกษตร		
ภาควิชา	วิศวกรรมเกษตร		
ปีการศึกษา	2561		
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์		ลายมือชื่อ	
ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว		
	The study of water use efficiency in paddy		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายบุญญพัฒน์ ไช้มุกด์	รหัสนักศึกษา	58010798
	นายภูวนเตร ถาวงษ์กลาง	รหัสนักศึกษา	58010993
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์		
ปีการศึกษา	2561		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าวในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 – มีนาคม พ.ศ. 2562 ทำการศึกษาโดยปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แปลงทดลองของ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หาค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวโดย 1) วิธีกาวัดการระเหย 2) วิธีใช้ถังวัดการใช้น้ำของข้าว และ 3) วิธีการคำนวณ ผลการทดลองพบว่า การรั่วซึมของน้ำในแปลงนา และปริมาณการใช้น้ำของข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.39 และ 10.64 มม./วัน ตามลำดับ จากการคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนา มีค่าเท่ากับ 62.82 เปอร์เซ็นต์ต่อสปีดาร์ ทำการเปรียบเทียบข้อมูลกับทางกรมชลประทานซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าวอยู่ระหว่าง 45 – 74 เปอร์เซ็นต์

Thesis Title	The study of water use efficiency in paddy		
Authors	Punyapat	Khaimook	58010798
	Phuwanet	Thawongklang	58010993
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Songvoot Sangchan		
Year	2018		

Abstract

The objective of this project was to assess water use efficiency in paddy during dry season December 2018 - March 2019. This study was conducted by planting rice Suphanburi 1 variety at experimental field of Agricultural Engineering Department, KMITL. Determine crop evapotranspiration (ET) by used 1) Pan-Evaporation method 2) Lysimeter and 3) Computation method. From results of this study has shown that average percolation and crop evapotranspiration were 6.39 and 10.64 mm/day, respectively. From the calculation, average water use efficiency in paddy was 62.82 percent/week. Compare with data from Royal irrigation Department, the water use efficiency in paddy during dry season is varied from 45 - 74 percent.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยมีความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายๆ ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกคือ ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์ ที่คอยให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขปริญญานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์รวมถึงเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และแสดงความคิดเห็นในการจัดทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี รวมไปถึงภาควิชาวิศวกรรมเกษตรที่ให้การช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ และสถานที่ในการทำงานมาโดยตลอด

นายบุญพัฒน์ ไช่มุกด์

นายภูวนตร ถาวงษ์กลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	viii
สารบัญรูป	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 พันธุ์ข้าว	4
2.1.1 ชนิดพันธุ์ข้าว	5
2.2 วิธีการปลูกข้าว	6
2.2.1 การเตรียมดิน	6
2.2.2 การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง	6
2.2.3 การทำนาดำ	7
2.2.4 การเก็บเกี่ยว	8
2.2.5 การนวดข้าว	9
2.2.6 การเก็บรักษา	9
2.3 ประสิทธิภาพในการชลประทาน	9
2.3.1 ประสิทธิภาพของการชลประทาน	10
2.3.2 ประสิทธิภาพการส่งน้ำ	10
2.4 ประสิทธิภาพการให้น้ำ	12
2.5 ประสิทธิภาพการให้น้ำในนาข้าว	12
2.6 อัตราการรั่วซึม	13
2.7 ปริมาณฝนใช้การ	13
2.8 ปริมาณการใช้น้ำของพืช	15
2.8.1 การวัดจากถังวัดการใช้น้ำ	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.8.2	การศึกษาจากจำนวนความชื้นในดิน	22
2.8.3	การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช	23
2.9	การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย	25
2.9.1	การติดตั้งถาดวัดการระเหย	26
2.9.2	การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืช	28
2.10	อัตราการไหลของน้ำ(Discharge)	29
2.10.1	รางวัดน้ำแบบพาร์แชล	29
2.11	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง	32
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	32
3.2	เครื่องมือ	33
3.3	การเตรียมแปลง	33
3.4	การเพาะกล้าและการปักดำ	34
3.5	ติดตั้งรางวัดน้ำ (Parshall Fume)	35
3.6	ติดตั้งถาดวัดน้ำ (Lysimeter)	36
3.7	ติดตั้งถาดวัดการระเหย (Class A pan)	37
3.8	การคำนวณเปรียบเทียบการใช้น้ำของข้าว	37
3.8.1	หาจากถาดวัดการใช้น้ำ (Lysimeter)	37
3.8.2	การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย (Class A pan)	37
3.8.3	คำนวณโดยใช้สมการ Penman Monteith	38
3.9	คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว	38
บทที่ 4	ผลการทดลอง	39
4.1	ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน มีนาคมปี 2561 ถึงเดือน มกราคม 2562 (รายเดือน)	39
4.2	ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2562 (รายวัน)	40
4.3	อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2561	41
4.4	ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ปี 2562	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.5 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman – Monteith	44
4.6 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) จากถาดวัดการระเหย	47
4.7 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) จากถ่วงวัดการใช้น้ำของข้าว	49
4.8 ประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว (Water Use Efficiency) รายสัปดาห์	50
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	52
5.1 สรุปผลการศึกษา	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	52



สารบัญ (ต่อ)

เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก	55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

1.1 แสดงระยะเวลาการดำเนินงาน	3
1.2 พันธุ์ข้าว	4
2.1 ค่า Weighted Rainfall, MM (WRFL) และ Effective Rainfall, MM ของปริมาณฝนรายเดือน	15
4.1 ปริมาณน้ำฝนช่วงเดือน มีนาคม 61 - มกราคม 62 (มิลลิเมตรต่อเดือน)	39
4.2 ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2562 (มิลลิเมตรต่อวัน)	40
4.3 อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2562 (องศาเซลเซียส)	41
4.4 ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ปี 2562 (%)	43
4.5 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith (mm / day)	44
4.6 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากถาดวัดการระเหย (mm / day)	47
4.7 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการรั่วซึม จากถังวัดการใช้น้ำของข้าว (mm / day)	49
4.8 แสดงประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว (Water Use Efficiency) รายสัปดาห์	51

สารบัญรูป

2.1	ถึงวัดการใช้น้ำแบบระบายน้ำ (Percolation type)	16
2.2	ถึงวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่ (Constant water table type)	17
2.3	ถึงวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter)	18
2.4	ถึงวัดการใช้น้ำแบบชั่งด้วยเครื่องชั่ง (Mechanically Weight Type)	19
2.5	ถึงวัดการใช้น้ำแบบฟลุตลอย (Float lysimeter)	20
2.6	ถึงวัดการใช้น้ำแบบไฮดรอลิก (Hydraulic weighing Lysimeter)	21
2.7	การติดตั้ง U.S. Weather Bureau Class A Pan)	27
2.8	รางวัดน้ำแบบพาร์แชล (Parshall Flume)	30
3.1	flow chart ขั้นตอนการดำเนินงาน	32
3.2	หลังการไถตะ	33
3.3	ขณะทำการไถแปร	33
3.4	หลังการไถแปร	34
3.5	หลังปล่อยน้ำเข้าแปลงและทำการไถคราด	34
3.6	ข้าวที่นำมาแช่น้ำไว้	34
3.7	ระหว่างการทำน้าข้าว	34
3.8	แปลงเพาะกล้าขณะกล้าเริ่มโต	34
3.9	แปลงเพาะกล้าขณะกล้ามีความสูง 10 ซม.	34
3.10	ขณะทำการถอนกล้า	35
3.11	ขณะทำการเตรียมกล้าปักดำ	35
3.12	ขณะทำการปักดำ	35
3.13	แสดงระยะห่างระหว่างกอ	35
3.14	ชุดดินนำทางน้ำ	35
3.15	ขณะเตรียมไม้สำหรับตอกเป็นเสาเข็ม	35
3.16	ปล่อยน้ำผ่าน Parshall Flume	36
3.17	หลังปล่อยน้ำเข้าแปลง	36
3.18	ขณะทำการทาสีกันสนิม Lysimeter	36
3.19	ขณะทำการติดตั้ง Lysimeter	36
3.20	สเกลในการวัดของ Lysimeter	36
3.21	ทำการปักดำข้าวลงใน Lysimeter	36
3.22	ทำการตายหญ้ารอบๆ ถาดวัดการระเหย	37
3.23	ทำการติดตั้งถาดวัดการระเหยและวัดระดับน้ำ	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

4.1 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนช่วงเดือน มีนาคม 61 - มกราคม 62 (มิลลิเมตรต่อเดือน)	40
4.2 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนธันวาคมปี 2561	46
4.3 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนมกราคมปี 2562	46
4.4 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ปี 2561	47



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยและของประชากรโลกเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อชีวิตคนไทย และเศรษฐกิจของประเทศตลอดจนสามารถสร้างความมั่นคงของประเทศได้แม้ในภาวะวิกฤตที่เกิดขึ้น ประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่เหมาะสมต่อการทำนาปลูกข้าว ข้าวเป็นพืชที่มีการใช้น้ำมากในบรรดาพืชที่ทำการเพาะปลูกเกือบทุกชนิด ข้าวต้องการน้ำสำหรับการคายน้ำและการระเหย ประมาณ 450-700 มม. ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและอายุการเจริญเติบโตของข้าว การใช้น้ำของข้าว โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในระหว่างการเพาะปลูกข้าวซึ่งประกอบด้วย การระเหย การคายน้ำ การซึมลงใต้ดิน คิดเป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมทั้งสิ้น 5.6-20.4 มม./วัน และ ปริมาณน้ำที่ใช้ในแปลงนา เช่น การเตรียมแปลง ตกกล้า เตรียมแปลงปลูก ใช้น้ำในแปลงปลูก คิดเป็น ปริมาณน้ำรวมทั้งสิ้น 1,240 มม.

ข้าวนอกจากจะใช้น้ำในกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและสร้างเมล็ด แล้ว ยังต้องการน้ำเพื่อหล่อเลี้ยงลำต้น ปรับสภาพดิน และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชอีกด้วย ขาวนาจึงมักจะปล่อยน้ำซึ่งแปลงนาตลอดฤดูกาลปลูก ระดับน้ำที่เหมาะสมโดยทั่วไปควรลึก ประมาณ 10-20 ซม. การรักษาระดับน้ำในนาสักเกินไป นอกจากเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำและ พลังงานแล้วอาจทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้ ดังนั้นถ้าสามารถลดการสูญเสียและควบคุมปริมาณน้ำให้ เหมาะสมในขั้นตอนการปลูกข้าวก็จะทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงขึ้น

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency, WUE) ในนาข้าว ทั้งนี้เพื่อทราบถึงการใช้ประโยชน์สูงสุดจากปริมาณน้ำที่ส่งเข้าแปลงทดลองเพื่อการ ปลูกข้าว ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ในนาข้าวของการส่งน้ำในระดับ ไร่นาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาขั้นตอนในการปลูกข้าวและปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการนำใช้น้ำของข้าว

1.2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าวที่ปลูกในแปลงทดลองของภาควิชา

วิศวกรรมเกษตร

1.2.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำนาข้าวของการส่งน้ำในระดับ

ไร่นาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ทำการปลูกข้าวในพื้นที่ขนาด 40 x 50 เมตร บริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

1.3.2 เปรียบเทียบการใช้น้ำของข้าวโดยวิธีถังวัดน้ำ (Lysimeter) วิธีใช้ถาดวัดการระเหย (Class A pan) และวิธีคำนวณ (ET) พร้อมกับหาค่าการรั่วซึม (Percolation) ของน้ำในนาข้าว

1.3.3 หาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการประเมินค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ในนาข้าวบริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรม-เกษตร ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำนาข้าวของการส่งน้ำในระดับไร่นาต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอันดับแรกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต ถ้าหากว่ามีพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ ทั้งข้าวคุณภาพดี ข้าวคุณภาพปานกลาง ข้าวคุณภาพต่ำ และข้าวคุณภาพพิเศษ ที่ตรงกับความต้องการของตลาดและเพื่อทำผลิตภัณฑ์ที่มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นแล้วจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวหรือเป็นการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้เป็นอย่างดี

จากอดีตถึงปัจจุบัน สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ได้ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนได้ข้าวพันธุ์รับรองพันธุ์แนะนำและพันธุ์ทั่วไปให้เกษตรกรปลูกในระบบนิเวศต่างๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ข้าวนาสวน ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก ัญพืชเมืองหนาว และข้าวญี่ปุ่น จำนวน 93 พันธุ์ ดังนี้

ตารางที่ 1.2 พันธุ์ข้าว

ข้าวนาสวน	พันธุ์ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 35 พันธุ์
ข้าวนาสวน	พันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 29 พันธุ์
ข้าวขึ้นน้ำ	พันธุ์ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 5 พันธุ์
ข้าวน้ำลึก	พันธุ์ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 5 พันธุ์
ข้าวน้ำลึก	พันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์
ข้าวไร่	พันธุ์ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 7 พันธุ์
ข้าวไร่	พันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์
ข้าวแดงหอม	พันธุ์ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์
ข้าวแดงหอม	พันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง	จำนวน 1 พันธุ์
ข้าวญี่ปุ่น		จำนวน 2 พันธุ์
ข้าวสาลี		จำนวน 4 พันธุ์
ข้าวบาร์เลย์		จำนวน 2 พันธุ์

พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียว มีทั้งพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะนาปีและปลูกได้ตลอดปี และมีบางพันธุ์เป็นข้าวหอม พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคและแมลงที่สำคัญ มีคุณภาพการหุงต้มตามความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตามงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวยังคงต้องดำเนินการต่อไปอย่างต่อเนื่อง เพราะพันธุ์ที่ออกแนะนำแล้วปัจจุบันบางพันธุ์เกษตรกรอาจจะยังคงนิยมปลูกอยู่ แต่บางพันธุ์เกษตรกรอาจเลิกปลูก เนื่องจากมีข้อด้อยบางประการ การนำเอาพันธุ์ข้าวเหล่านั้นไปใช้ของเกษตรกรจึงเป็นไปได้ในลักษณะของการแก้ ปัญหาเฉพาะหน้าในระยะที่ออกพันธุ์ข้าวเหล่านั้น รวมทั้งบางพันธุ์เมื่อแนะนำให้ปลูกไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจไม่มีความเหมาะสมในระยะเวลาต่อมา เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง หรือโรค แมลงศัตรูข้าวมีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งต้องหาพันธุ์ที่มีคุณภาพดีตามความต้องการของตลาดโลก และมีศักยภาพในการแข่งขันกับตลาดโลกได้ จึงต้องดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์โดยไม่มีที่สิ้นสุด

2.1.1 ชนิดของพันธุ์ข้าว

(1) แบ่งตามนิเวศน์การปลูก

- ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกเป็น ข้าวนาสวนน่าน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน
- ข้าวนาสวนน่าน้ำฝน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี และอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนา น้ำฝนประมาณ 70% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด
- ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุม ระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง
- ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามารถในการยืดปล้อง (internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือ ผีวดิน (upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (kneeing ability)
- ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร
- ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ
- ข้าวนาที่สูง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือ ระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) แบ่งตามการตอบสนองต่อช่วงแสง

– ข้าวไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ออกดอกเฉพาะเมื่อช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง โดยพบว่าข้าวไวต่อช่วงแสงในประเทศไทยมักจะออกดอกในเดือนที่มีความยาว กลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้นข้าวที่ออกดอกได้ในเดือนที่มีความยาวของ กลางวัน 11 ชั่วโมง 40-50 นาที จึงได้ชื่อว่าเป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสงน้อย (less sensitive to photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10-20 นาทีก็ได้ชื่อว่าเป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสงมาก (strongly sensitive to photoperiod) พันธุ์ข้าวประเภทนี้จึงปลูกและให้ผลผลิตได้ปีละหนึ่งครั้ง หรือปลูกได้เฉพาะในฤดูนาปี บางครั้งจึง เรียกว่า ข้าวนาปี พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วง แสง

– ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ออกดอกเมื่อข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตตามอายุ จึงใช้ปลูกและให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี หรือปลูกได้ในฤดูนาปรัง บางครั้งจึง เรียกว่า ข้าวนาปรัง

2.2 วิธีการปลูกข้าว

การปลูกข้าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง ได้แก่ การทำนาหยอด และนาหว่าน และ การเพาะเมล็ดในที่หนึ่งก่อน แล้วนำต้นอ่อนไปปลูกในที่อื่น ๆ ได้แก่ การทำนาดำ

2.2.1 การเตรียมดิน

ก่อนทำการปลูกต้องทำการเตรียมดินเพื่อใช้สำหรับปลูกข้าว โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การไถตะ คือ การไถครั้งแรกเพื่อทำลายวัชพืชในนาและพลิกหน้าดิน แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ให้พืชแห้งตาย จากนั้นจึงทำการไถแปร
2. การไถแปร คือ การไถเพื่อตัดกวัชพืชรอยไถตะ ทำให้รอยไถตะแตกออกเป็นก้อนเล็กๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน อาจไถมากกว่า 1 ครั้งขึ้นอยู่กับระดับน้ำในแปลงนา และปริมาณวัชพืช จึงทำการไถคราด
3. การไถคราด คือ การคราดเอาวัชพืชออกจากนาและปรับระดับของพื้นนาให้เรียบเสมอกัน

2.2.2 การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง

การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงจะประกอบไปด้วย การทำนาหยอดและการทำนาหว่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 การทำนาหยอด ใช้กับการปลูกข้าวไร่ตามเชิงเขาหรือในที่สูง วิธีการปลูก หลังการเตรียมดินให้ชุดหลุมหรือทำร่อง แล้วจึงหยอดเมล็ดลงในหลุมหรือร่อง จากนั้นกลบหลุมหรือร่อง เมื่อต้นข้าวออกแล้วต้องดูแลกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช

2.2.2.2 การทำนาหว่าน ทำในพื้นที่ควบคุมน้ำได้ลำบาก วิธีหว่าน ทำได้ 2 วิธี คือ การหว่านข้าวแห้ง และการหว่านข้าวงอก

- การหว่านข้าวแห้ง แบ่งตามช่วงระยะเวลาของการหว่านได้ 3 วิธี คือ

1. การหว่านหลังซีไถ ใช้ในกรณีที่ฝนมาล่าช้าและตกชุก มีเวลาเตรียมดินน้อย จึงมีการไถแค่เพียงครั้งเดียวและไถแปรอีกครั้งหนึ่ง แล้วหว่านเมล็ดข้าวลงหลังซีไถ เมล็ดพันธุ์อาจเสียหายเพราะหนู และอาจมีวัชพืชในแปลงนามาก

2. การหว่านคราดกลบ เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด จะทำหลังจากที่ไถแปรครั้งสุดท้ายแล้วคราดกลบ จะได้ต้นข้าวที่งอกสม่ำเสมอ

3. การหว่านไถกลบ มักทำเมื่อถึงระยะเวลาที่ต้องหว่าน แต่ฝนยังไม่ตก และดินมีความชื้นพอควร หว่านเมล็ดข้าวหลังซีไถแล้วไถแปรอีกครั้ง เมล็ดข้าวที่หว่านจะอยู่ลึกและเริ่มงอกโดยอาศัยความชื้นในดิน

- การหว่านข้าวงอก (หว่านน้ำตม) เป็นการหว่านเมล็ดข้าวที่ถูกเพาะให้รากงอกก่อนที่จะนำไปหว่านในที่ที่มีน้ำท่วมขัง เพราะหากไม่เพาะเมล็ดเสียก่อน เมื่อหว่านแล้วเมล็ดข้าวอาจเน่าเสียได้ การเพาะข้าวหอดคกล้า ทำโดยการเอาเมล็ดข้าวใส่กระบุง ไปแช่น้ำเพื่อให้เมล็ดที่มีน้ำหนักเบาหรือลีบลอยขึ้นมาแล้วคัดทิ้ง แล้วนำเมล็ดถ่วงลงในกระบุงที่มีหญ้าแห้งกรุไว้ หมั่นรดน้ำเรื่อยไป อย่าให้ข้าวแตกหน่อ แล้วนำไปหว่านในที่นา ที่เตรียมดินไว้แล้ว

2.2.3 การทำนาดำ

เรียกว่า การปักดำ ซึ่งวิธีการปลูกแบ่งออกได้เป็นสองตอน ตอนแรกได้แก่การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และตอนที่สองได้แก่การถอนต้นกล้าเอาไปปักดำในนาผืนใหญ่ หลังจากการเตรียมแปลงมีขั้นตอนดังนี้

(1) การตกกล้า

- การตกกล้าในดินเปียก จะต้องเลือกหาพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีเป็นพิเศษ สามารถป้องกันนกและหนูที่จะเข้าทำลายต้นกล้าได้เป็นอย่างดี และมีน้ำพอเพียงกับความต้องการ การเตรียมดินก็มีการไถตะ ไถแปร และคราด แต่ต้องยกเป็นแปลงสูงกว่าระดับน้ำในผืนนานั้นประมาณ 3-5 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เมล็ดที่หว่านลงไปจมน้ำและดินนั้นเปียกชุ่มอยู่เสมอด้วย เมล็ดพันธุ์ที่เอามาตากกล้าจะต้องเป็นเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ปราศจากเชื้อโรคต่างๆด้วยเหตุนี้จะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์เสียก่อนโดยแยกเอามาเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์และเอาเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งมีน้ำหนักเบาว่าปกติทิ้งไปเอาเมล็ดที่ต้องการตากกล้าใส่ถุงผ้าไปแช่ในน้ำนาน 12-24 ชั่วโมง แล้วเอาขึ้นมาวางไว้บนแผ่นกระดาษในที่ที่มีลมถ่ายเทได้สะดวก และเอาผ้าหรือกระสอบเปียกน้ำคลุมไว้นาน 36-48 ชั่วโมง ซึ่งเรียกว่าการหุ้ม หลังจากที่ได้หุ้มเมล็ดไว้ครบ 36-48 ชั่วโมงแล้ว เมล็ดข้าวก็จะงอก จึงเอาไปหว่านลงบนแปลงกล้าที่ได้เตรียมไว้ ก่อนที่จะหว่านเมล็ดลงบนแปลงกล้า ควรใส่ปุ๋ยพวกที่ให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเสียก่อน และใช้ไม้กระดานลูบแปลงเพื่อกลบปุ๋ยลงไปในดิน หากดินดีอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย ปกติใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 40-50 กิโลกรัมต่อเนื้อที่แปลงกล้าหนึ่งไร่ เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 25-30 วัน นับจากวันหว่านเมล็ด ต้นกล้าก็จะมีขนาดโตพอที่จะถอนเอาไปปักดำได้ การตากกล้าแบบนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในการทำนาดำในประเทศไทย

- การตากกล้าในดินแห้ง ในกรณีที่ชาวนาไม่มีน้ำเพียงพอสำหรับการตากกล้าในดินเปียก ชาวนาอาจทำการตากกล้าบนที่ดินซึ่งไม่มีน้ำขัง โดยเอาเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ที่ยังไม่ได้เพาะให้งอก ไปโรยไว้ในแถวที่เปิดเป็นร่องเล็ก ๆ ขนาดแถวยาวประมาณ 1 เมตร จำนวนหลายแถว แล้วกลบด้วยดินเพื่อป้องกันนกและหนู หลังจากนั้นก็รดน้ำแบบรดน้ำฝักวันละ 2 ครั้ง เมล็ดก็จะงอกขึ้นมาเป็นต้นกล้าเหมือนกับการตากกล้าในดินเปียก ปกติใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 7-10 กรัมต่อหนึ่งแถวที่มีความยาว 1 เมตร และแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากโรยเมล็ดและกลบดินแล้ว ควรหว่านปุ๋ยพวกที่ให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลงไปด้วย

(2) การปักดำ

การปักดำ เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วัน จากการตากกล้าในดินเปียกหรือการตากกล้าในดินแห้ง ก็จะได้โตพอที่จะถอนเอาไปปักดำได้ ขั้นแรกให้ถอนต้นกล้าขึ้นมาจากแปลงแล้วมัดรวมกันเป็นมัด ๆ ถ้าต้นกล้าสูงมากก็ให้ตัดปลายใบทิ้ง สำหรับต้นกล้าที่ได้มาจากการตากกล้าในดินเปียก จะต้องสลัดเอาดินโคลนที่รากออกเสียด้วย แล้วเอาไปปักดำในพื้นที่นาที่ได้เตรียมไว้ พื้นที่นาที่ใช้ปักดำควรมีน้ำขังอยู่ประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพราะต้นข้าวอาจถูกลมพัดจนพับลงได้ในเมื่อนานั้นไม่มีน้ำอยู่เลย ถ้าระดับน้ำในนานั้นลึกมาก ต้นข้าวที่ปักดำอาจจมน้ำในระยะแรก และทำให้ต้นข้าวจะต้องยึดต้นมากกว่าปกติ จนมีผลให้แตกกอน้อย การปักดำที่จะให้ได้ผลผลิตสูง จะต้องปักดำให้เป็นแถวเป็นแนว และมีระยะห่างระหว่างกอเหมาะสม โดยทั่วไปแล้วการปักดำมักใช้ต้นกล้าจำนวน 3-4 ต้นต่อกอ ระยะปลูกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 25 x 25 เซนติเมตร ระหว่างกอและระหว่างแถว

2.2.4 การเก็บเกี่ยวการเก็บเกี่ยว

หลังจากที่ข้าวออกดอกหรือออกรวงประมาณ 20 วัน ชาวนาจะเร่งระบายน้ำออก เพื่อเป็นการเร่งให้ข้าวสุกพร้อม ๆ กัน และทำให้เมล็ดมีความชื้นไม่สูงเกินไป จะสามารถเก็บเกี่ยวได้หลังจากระบายน้ำออกประมาณ 10 วัน ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว เรียกว่า ระยะเวลาพลับพลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือสังเกตที่ปลายรวงจะมีสีเหลือง กลางรวงเป็นสีทองอ่อน การเก็บเกี่ยวในระยะนี้จะได้เมล็ดข้าวที่มีความแข็งแรง มีน้ำหนัก และมีคุณภาพในการสี

2.2.5 การนวดข้าว

หลังจากตากข้าว ชาวนาจะขนเข้ามาในลานนวด จากนั้นก็นวดเอาเมล็ดข้าวออกจากรวง บางแห่งใช้แรงงานคน บางแห่งใช้ควายหรือวัวย่ำ แต่ปัจจุบันมีการใช้เครื่องนวดข้าวมาช่วยในการนวด

2.2.6 การเก็บรักษา

เมล็ดข้าวที่นวดผัดทำความสะอาดแล้วควรตากให้มีความชื้นประมาณ 14% จึงนำเข้าเก็บในยุ้งฉาง ยุ้งฉางที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. อยู่ในสภาพที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก การใช้ลวดตาข่ายกันให้มีร่องระบายอากาศ กลางยุ้งฉางจะช่วยให้การถ่ายเทอากาศดียิ่งขึ้น คุณภาพเมล็ดข้าวจะคงสภาพดีอยู่นาน
2. อยู่ใกล้บริเวณบ้านและติดถนน สามารถขนส่งได้สะดวก
3. เมล็ดข้าวที่จะเก็บไว้ทำพันธุ์ ต้องแยกจากเมล็ดข้าวบริโภค โดยอาจบรรจุกระสอบ มีป้ายบอกวันบรรจุ และชื่อพันธุ์แยกไว้ส่วนใดส่วนหนึ่งในยุ้งฉาง เพื่อสะดวกในการขนย้ายไปปลูก
4. ก่อนนำข้าวเข้าเก็บรักษา ควรตรวจสอบสภาพยุ้งฉางทุกครั้ง ทั้งเรื่องความสะอาดและสภาพของยุ้งฉาง ซึ่งอาจมีร่องรอยของหนูกัดแทะจนทำให้สามารถรอดเข้าไปจิกกินข้าวได้ รุหรือร่องต่าง ๆ ที่ปิดไม่สนิทเหล่านี้ต้องได้รับการซ่อมแซมให้เรียบร้อยก่อน

2.3 ประสิทธิภาพในการชลประทาน

น้ำซึ่งนำมาใช้ในการชลประทาน อาจกล่าวได้ว่าเป็นการใช้ที่ให้ผลตอบแทนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อย่างอื่น เช่น เพื่อการบริโภค การไฟฟ้าพลังน้ำ และที่ใช้ในการอุตสาหกรรม เป็นต้น ทั้งๆที่การจัดหาน้ำมาเพื่อการชลประทานนั้นบางครั้งต้องลงทุนอย่างมากมาย ดังนั้น การใช้น้ำชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพในการใช้น้ำจะขึ้นอยู่กับค่าของมัมในแต่ละสถานที่ กล่าวคือ ในพื้นที่ที่น้ำหาได้ง่ายและมีราคาถูก เกษตรกรมักจะใช้น้ำอย่างไม่ประหยัด ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากน้ำหาได้ยากหรือต้องซื้อ การใช้น้ำก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการชลประทานโดยทั่ว ๆ ไปจะมีน้ำส่วนหนึ่งต้องสูญเสียไป น้ำส่วนนี้มีทั้งที่สามารถป้องกันหรือควบคุมให้น้อยลงได้ และที่ไม่สามารถป้องกันได้ ประสิทธิภาพที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะบอกว่าการให้น้ำแก่พืชหรือเลวเพียงใด ซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นได้เป็นอย่างดี

2.3.1 ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Irrigation Efficiency, E_i)

ประสิทธิภาพของการชลประทาน หมายถึงอัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่จะ ต้องให้แก่พืช (Net Water Application) ต่อปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืช (Gross Water Application) หรือ

$$E_i = W_n/W_g \times 100 \quad (2.1)$$

โดยที่

E_i	คือ	ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Irrigation Efficiency)
W_n	คือ	ปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องให้แก่พืช (Net Water Application)
W_g	คือ	ปริมาณน้ำทั้งหมดที่จะต้องให้แก่พืช (Gross Water Application)
		ทั้ง W_n และ W_g นี้ อาจจะเป็นความลึกหรือปริมาตรก็ได้

การหาประสิทธิภาพของการชลประทานนั้นอาจทำได้หลายแห่ง คือถ้าวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชที่แปลงเพาะปลูก ก็เป็นประสิทธิภาพของการชลประทานที่แปลงเพาะปลูก ถ้าวัดที่ปากคลองส่งน้ำก็เป็น ประสิทธิภาพของการชลประทานที่ปากคลองส่งน้ำ และถ้าวัดที่หัวงานของโครงการชลประทานที่เป็นประสิทธิภาพของการชลประทานที่หัวงาน หรือประสิทธิภาพของโครงการชลประทานเป็นต้น

จะเห็นได้ว่า คำว่าประสิทธิภาพของการชลประทานนั้นกว้างมาก คือ คลุมตั้งแต่จุดที่ทำการวัดปริมาณ น้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชจนถึงแปลงเพาะปลูก ในทางปฏิบัติเรามิวิธีแยกคิดที่ละส่วนเพื่อที่จะได้ทราบว่าในช่วงตอนใดมีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน เพื่อช่วยให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการชลประทานให้ดีขึ้นได้ถูกต้อง

2.3.2 ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Water Conveyance Efficiency, E_a)

จุดแรกก่อนที่น้ำจะเข้ามาถึงพื้นที่เพาะปลูกก็คือระบบส่งน้ำ น้ำชลประทานทั่ว ๆ ไปจะถูกส่งมาจากแม่น้ำ คลอง หรืออ่างเก็บน้ำ จากจุดที่ส่งน้ำจนถึงพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะมีน้ำส่วนหนึ่งต้องสูญเสียไปโดยการรั่ว ซึมจากคลอง ระเหยจากผิวน้ำในคลอง และถูกพืชซึ่งขึ้นอยู่ริมคลองใช้ปริมาณที่สูญเสียไปนี้จะมากหรือน้อย บอกได้ด้วยประสิทธิภาพการส่งน้ำ คือ

$$E_c = W_f/W_g \times 100 \quad (2.2)$$

โดยที่

- E_c คือ ประสิทธิภาพการส่งน้ำ
 W_f คือ ปริมาณน้ำที่ได้รับที่พื้นที่เพาะปลูก
 W_g คือ ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบส่งน้ำ ซึ่งจะเท่ากับปริมาณทั้งหมดที่จะต้องจัดหาให้แก่พืช

ในกรณีที่น้ำที่ส่งผ่านท่อส่งน้ำออกไปนั้นต้องไปเข้าระบบคูน้ำก่อนที่จะถึงแปลงที่ให้น้ำ ในช่วงดังกล่าวนี้ อาจจะมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นอีก ประสิทธิภาพของคูส่งน้ำก็สามารถคำนวณได้ เช่นเดียวกัน คือ

$$E_b = W_p/W_f \times 100 \quad (2.3)$$

โดยที่

- E_b คือ ประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ
 W_p คือ ปริมาณน้ำที่ได้รับที่แปลงเพาะปลูก
 W_f คือ ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าปากคูส่งน้ำ

ขอให้สังเกตว่าในกรณีที่น้ำจากคลองส่งน้ำไหลเข้าแปลงโดยตรงโดยไม่ผ่านคูส่งน้ำ $W_p = W_f$ หรือ $E_b = 100$ เปอร์เซ็นต์

ในกรณีที่การส่งน้ำไปให้แก่พื้นที่เพาะปลูกจำเป็นต้องผ่านทั้งคลองและคูส่งน้ำ เราอาจจะรวมประสิทธิภาพของทั้งสองส่วนนี้เข้าด้วยกันเป็นประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ (E_s) ซึ่งสัมพันธ์กับ ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (E_c) และประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ (E_b) โดยสมการ

$$E_s = E_b \times E_c \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ประสิทธิภาพการให้น้ำ (Water Application Efficiency, E_a)

เมื่อส่งน้ำมาถึงพื้นที่เพาะปลูกแล้ว น้ำส่วนนี้ก็จะถูกให้แก่พืชโดยการเพิ่มความชื้นของดินในเขตรากให้ ขึ้นมาถึง Field Capacity ส่วนที่เกินกว่าดินในเขตรากจะเก็บไว้ได้ก็เป็นการสูญเสีย ดังนั้น

$$E_a = W_s/W_f \times 100 \quad (2.5)$$

โดยที่

E_a คือ ประสิทธิภาพการให้น้ำ

W_s คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในเขตรากจากการให้น้ำซึ่งต้องการให้มีค่า

เท่ากับ

W_f คือ ปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชที่พื้นที่เพาะปลูก
 ปริมาณสุทธิที่ต้องให้แก่พืช, W_n

2.5 ประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว (Water Use Efficiency, WUE)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency, WUE) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องให้แก่พืชกับปริมาณน้ำทั้งหมดที่ให้กับพื้นที่เพาะปลูก โดยปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องให้แก่พืชจะมีค่าเท่ากับปริมาณน้ำที่ข้าวใช้ หรือ Evapotranspiration ในกรณีเป็นการเพาะปลูกข้าว ซึ่งจะทำให้ น้ำซึ่งอยู่เหนือผิวดินตลอดเวลา การคิดประสิทธิภาพการให้น้ำจะแตกต่างออกไป โดยถือการสูญเสียเนื่องจาก การรั่วซึมในดินเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงไม่คิดเป็นความสูญเสีย ดังนั้นการใช้น้ำของข้าวจึงรวมค่า Evapotranspiration กับความสูญเสีย เนื่องจากรั่วซึมลงดินด้วยกัน และลบปริมาณฝนใช้การออก จะสามารถคำนวณร้อยละของประสิทธิภาพการให้น้ำข้าวได้จากความสัมพันธ์

$$WUE = [(ET + P - R_{eff})/W_a] \times 100 \quad (2.6)$$

โดยที่

WUE คือ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ET คือ ปริมาณน้ำที่ข้าวใช้ (มิลลิเมตร)

P คือ อัตราการรั่วซึมของดิน (มิลลิเมตร)

R_{eff} คือ ปริมาณฝนใช้การ (มิลลิเมตร)

W_a คือ ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ (มิลลิเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อัตราการรั่วซึมดิน

การไหลซึมของน้ำจากผิวดินในการชลประทานเกือบทุกประเภท เราให้น้ำแก่พืชทางผิวดิน และให้มันไหลซึมเข้าไปเก็บไว้ในดินเพื่อที่พืชจะนำไปใช้ในภายหลัง ดังนั้นลักษณะการไหลซึมของน้ำเข้าไปในดิน เมื่อให้น้ำแก่พืชทางผิวดินหรือเมื่อมีฝนตก น้ำจะไหลซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน รอยแตก ระบาย และรูโพรงที่เกิดจากการเน่าของรากพืชหรือที่เกิดจากการเตรียมดิน การไหลซึมของน้ำจากผิวดินเข้าไปในดินนี้เรียกว่า การซึมผ่าน ผิวดิน (Infiltration)

หลังจากที่น้ำไหลซึมผ่านผิวดินเข้ามาแล้วมันก็จะไหลต่อไปด้วยแรงดึงดูดของโลก แรงดูดซับ (Capillary force) และจากความกดดันของน้ำที่ขังอยู่บนผิวดิน การไหลซึมของน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่เกิดขึ้นจากแรงดึงดูดของโลกและความกดดันของน้ำในขณะที่ให้น้ำ หรือการไหลซึมของน้ำที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลก เพียงอย่างเดียวเมื่อหยุดให้น้ำแล้วเรียกว่า การซึมในดิน (Percolation)

การซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) และการซึมในดิน (Percolation) มีอิทธิพลต่อการให้น้ำแก่พืชมาก กล่าวคืออัตราที่น้ำซึมผ่านผิวดินเข้าไปในดิน จะมีผลต่อปริมาณน้ำที่ซึมเข้าไปเก็บไว้ในดินในขณะที่ให้น้ำ อัตราการซึมของน้ำในดิน จะมีผลต่อการแผ่กระจายของน้ำในดินและที่จะสูญเสียไปโดยการไหลซึมเลยเขตรากพืช (Deep Percolation)

2.7 ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall)

ฝนใช้การ หมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกนั้น เป็นต้นว่าพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือสามารถทดแทนน้ำชลประทานที่จะต้องจัดหาให้แก่พืชที่แปลงเพาะ ปลูกได้

ดังได้กล่าวไว้แล้วว่า ฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกไม่จำเป็นต้องเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกทั้งหมด ทั้งนี้เพราะว่าส่วนที่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริงนั้นคือส่วนที่ซึมลงไปเก็บไว้ในเขตรากซึ่งพืชสามารถดูดเอาไป ใช้ได้ หรือถ้าซึมเลยเขตรากไปก็จะต้องมีประโยชน์ในการควบคุมความชื้นชั้นของเกลือในเขตราก ในกรณีที่เป็นนาข้าว ฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อข้าวก็คือส่วนที่ตกลงมาแล้วซึ่งอยู่ในแปลงนาในระดับที่จะไม่เป็นอันตราย แก่ต้นข้าว เป็นต้น สัดส่วนของฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ชนิดและอายุของพืชที่ปลูก อัตราและปริมาณของฝน คุณสมบัติของดินในพื้นที่เพาะปลูก ลักษณะภูมิประเทศ ของพื้นที่ ความชื้นของดินหรือระดับน้ำในแปลงนาก่อนฝนตก เป็นต้น ถ้าฝนตกในช่วงที่กำลังจะต้องให้น้ำแก่ พืช สัดส่วนของฝนที่ใช้การได้ก็จะสูงหรือใช้ได้ทั้งหมด ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากฝนตกหลังให้น้ำใหม่ๆฝน

ดังกล่าวอาจจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเลยก็ได้ แต่อาจจะเป็นโทษเสียด้วยซ้ำไปเพราะจะต้องระบายออกทิ้งไป ก่อนที่จะเป็นอันตรายต่อพืช

เนื่องจากว่าลักษณะการให้น้ำและใช้น้ำของข้าวกับพืชไร่ต่างกันมาก กล่าวคือ เราให้น้ำแก่ข้าวโดย ให้ขังไว้ในแปลงนา แต่พืชไร่ให้น้ำซึมลงไปเก็บไว้ในเขตราก ดังนั้น สัดส่วนของฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งสองอย่างนี้จึงมีวิธีการพิจารณาคณะวิธี ดังนี้คือ

ฝนใช้การสำหรับนาข้าว ฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อข้าวคือส่วนที่ตกลงมาเก็บกักไว้ใน แปลงนาโดยไม่ทำให้ระดับน้ำในแปลงสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อข้าว แปลงนาโดยทั่ว ๆ ไปมีผิวดินอยู่ในระดับราบและมีคันดินสูงประมาณ 30 ถึง 40 เซนติเมตรล้อมรอบ ดังนั้น ฝนที่ตกในนาในเกณฑ์ปกติจะถูกเก็บกักไว้ได้ทั้งหมด แต่จะทำให้ระดับน้ำในแปลงนาสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อข้าวหรือไม่นั้นย่อมขึ้นอยู่กับอายุของข้าว และระดับน้ำในแปลงนาก่อนฝนตก ความลึกของน้ำในนาที่พอเหมาะในช่วงที่ต้นข้าวยังเป็นกล้าหรือปักดำใหม่ ๆ จะอยู่ระหว่าง 25 ถึง 30 มิลลิเมตร และสามารถเพิ่มเป็น 80 มิลลิเมตรหลังจากกล้าที่ปักดำตั้งตัวได้แล้ว หลังจาก ข้าวตั้งท้องแล้วก็อาจเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้นได้ถึง 100 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม ก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 1 สัปดาห์ จะต้องระบายน้ำออกจนหมด

เนื่องจากว่าแปลงนาต้องการน้ำชลประทานมากเพราะต้องเพื่อไว้สำหรับการรั่วซึมในแปลงซึ่งไม่สามารถ หลีกเลียงได้ด้วย โดยปกติความต้องการน้ำที่แปลงนาจะมีค่าอยู่ระหว่าง 150 ถึง 300 มิลลิเมตรต่อเดือน ดังนั้น อาจถือว่าฝนที่ตกด้วยอัตราปกติและแผ่กระจายสม่ำเสมอตลอดเดือนรวมกันแล้วไม่เกินความต้องการน้ำสำหรับ เดือนนั้น ๆ เป็นฝนใช้การทั้งหมด แต่ข้อกำหนดดังกล่าวนี้จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อระดับน้ำในแปลงนาไม่สูงมากใน ขณะที่ฝนตก เพราะถ้าในนามีน้ำมากอยู่แล้วฝนอาจจะทำให้ระดับน้ำในนาสูงเกินไปจนเป็นอันตรายต่อต้นข้าว ได้ ดังนั้น ถ้าจะใช้น้ำฝนซึ่งไม่ต้องลงทุนจัดหามาให้เกิดประโยชน์ได้มากที่สุดแล้ว ก็จะต้องรักษาระดับน้ำใน แปลงนาให้ต่ำเท่าที่จำเป็นอยู่เสมอ

การคำนวณฝนใช้การสำหรับนาข้าวอาจทำได้หลายวิธี วิธีที่จะกล่าวถึงนี้เป็นวิธีที่แนะนำโดยกรมชลประทาน การคำนวณฝนใช้การ การคำนวณฝนใช้การสำหรับนาข้าว มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ต้องทราบปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่เพาะปลูกที่ต้องการหาปริมาณฝนใช้การ

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาค่าปริมาณฝนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 เช่น เดือนเมษายน 2551 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 74.7 มม. ก็จะมีค่า Weighted Rainfall, MM (WRFL) อยู่ในช่วง 11 – 100 ก็จะใช้ค่า Effective Rainfall, MM คำนวณคือ $WRFL \times 0.80$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าปริมาณฝนใช้การ จากขั้นตอนที่ 2 คือ Effective Rainfall, MM = $74.7 \times 0.80 = 59.8$ มม. คือปริมาณฝนใช้ การของเดือนเมษายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า Weighted Rainfall, MM (WRFL) และ Effective Rainfall, MM ของ ปริมาณน้ำฝนราย เดือน

Weighted Rainfall, MM (WRFL)	Effective Rainfall (มิลลิเมตร)
0 – 10	0
11 – 100	Rainfall x 0.80
101 – 200	Rainfall x 0.70
201 – 250	Rainfall x 0.60
251 – 300	Rainfall x 0.55
301 ขึ้นไป	Rainfall x 0.50

2.8 ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืชมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การคายระเหยน้ำ” (Evapotranspiration) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียดังกล่าวไปจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำโดยการระเหยและการคายน้ำ ปริมาณการใช้น้ำของพืชจึงขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่เพาะปลูก คุณลักษณะของดินและสภาพแวดล้อมที่ทำการเพาะปลูกพืช การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรงนั้นอาจทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีทั้งข้อดีและข้อเสียตลอดจนมีปัญหาเข้ามาเกี่ยวข้องต่าง ๆ กัน การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องที่ต้องการค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งเครื่องมือ ชนิดของพืช และองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายอย่าง วิธีที่ใช้กันทั่วไป

1. วัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter)
2. ศึกษาจากจำนวนความชื้นในดิน
3. ศึกษาจากแปลงทดลอง

2.8.1 การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter)

ถังวัดการใช้น้ำของพืชนั้น ถ้าจะเปรียบเทียบกันแล้วก็คือกระถางต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปลูกด้วยพืชที่ต้องการ การวัดปริมาณการใช้น้ำ แล้วตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ปลูกพืชชนิดเดียวกัน โดยให้มีสภาพทั้งภายในและภายนอกกระถาง คล้ายคลึงกับสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากที่สุด กระถางดังกล่าวออกแบบให้สามารถวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียดังกล่าว เพื่อจะได้นำมาคำนวณเป็นปริมาณการใช้น้ำของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้ ปริมาณการใช้น้ำของพืชนิยม บอกเป็นความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น มม./วัน เป็นต้น

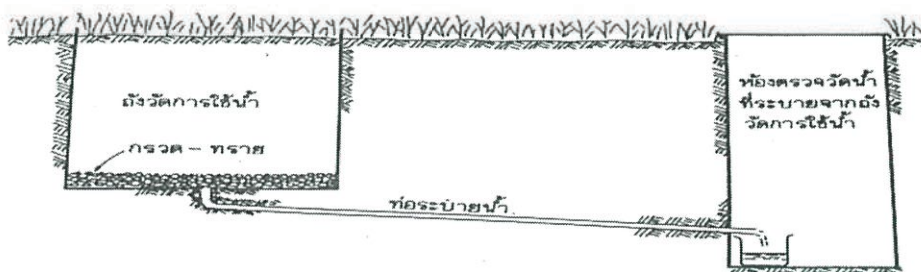
ถึงวัดการใช้น้ำของพืชที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งแยกออกได้ตามลักษณะการทำงานของมันเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทที่วัดโดยไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก (Non - Weighing Lysimeters) และประเภท ที่วัดโดยอาศัยน้ำหนักของถังที่ลดลงเป็นหลักในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่พืชใช้ (Weighing Lysimeters)

(1) ประเภทวัดโดยไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก ถึงวัดการใช้น้ำของพืชแบบนี้วัดปริมาตรหรือความลึกของน้ำที่หายไปจากถังแล้วเทียบมาเป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้ ถังที่จัดอยู่ในประเภทนี้ก็มี ดังนี้

ก. ถึงวัดการใช้น้ำแบบระบายน้ำ (Percolation type - รูปที่ 2.1) ถึงแบบนี้วัดการใช้น้ำด้วยความแตกต่างระหว่าง ปริมาณน้ำที่เติมเข้าไปและระบายออกที่กันถึง รวมกับความแตกต่างของจำนวนความชื้นของดินในถังเมื่อเริ่มต้นและสิ้น สักระยะเวลาที่ทำการวัด ความละเอียดถูกต้องของถึงประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการคำนวณหาจำนวน ความชื้นของดินในถัง ซึ่งอาจจะทำได้โดยการเก็บตัวอย่างดินหรือใช้เครื่องวัดแบบนิวตรอน (Neutron Moisture Meter) อย่างไรก็ตาม ยังประเภทนี้มักจะใช้วัดอัตราการใช้น้ำระยะยาว เช่น ต่อเดือนหรือตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งความแตกต่างของจำนวนความชื้นของดินภายในถังเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสักระยะเวลาที่ทำการวัดมีผลต่อ ความละเอียดถูกต้องของการวัดน้อยกว่า

ข้อดีและข้อเสีย

1. ก่อสร้างได้ง่าย และมีราคาถูก
2. ไม่มีขีดจำกัดเรื่องขนาด ดังนั้นสามารถใช้ได้ทั้งพืชไร่และพืชสวน
3. เหมาะสำหรับวัดอัตราการใช้น้ำระยะยาวเท่านั้น ถ้าวัดอัตราการใช้น้ำระยะสั้นจะต้องมีอุปกรณ์ สำหรับวัด จำนวนความชื้นของดินในถังด้วย อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้ถึงแบบนี้วัดอัตราการใช้น้ำระยะสั้นกว่า หนึ่งสัปดาห์



รูปที่ 2.1 ถึงวัดการใช้น้ำแบบระบายน้ำ (Percolation type)

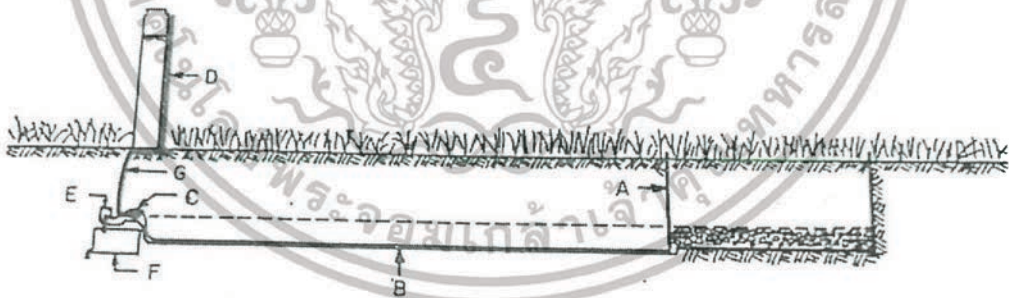
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ถังวัดการใช้น้ำแบบระบายน้ำ (Percolation type)

ข. ถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่ (Constant water table type - รูปที่ 2.2) ถังแบบนี้ให้น้ำแก่ พืชที่ปลูกทางใต้ผิวดินโดยการสร้างน้ำใต้ดินที่มีระดับคงที่ขึ้นภายในถัง ระดับน้ำใต้ดินดังกล่าวนี้ควบคุมโดยวาล์ว ลอย (Float valve) ซึ่งจะเปิดจ่ายน้ำจนถึงระดับที่กำหนดไว้เมื่อระดับน้ำใต้ดินลดลงโดยการใช้ของพืชที่กั้นถังจะบรรจุด้วยกรวดและทรายขึ้นมาจนถึงระดับน้ำใต้ดิน เพื่อให้การไหลของน้ำใต้ดินไปสู่รากพืชเป็นไป อย่างสม่ำเสมอ ปริมาณน้ำที่พืชใช้คำนวณได้จากปริมาตรที่ลดลงในถังจ่ายน้ำ

ข้อดีและข้อเสีย

1. สร้างได้ง่าย มีราคาถูก และให้ความละเอียดถูกต้องดี
2. อาจมีปัญหาเรื่องการอุดตันที่วาล์วลอยได้
3. ควรจะใช้ในพื้นที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงในขนาดเดียวกันกับที่กำหนดไว้ในถัง
4. เพื่อให้การไหลของน้ำจากระดับน้ำใต้ดินขึ้นไปที่รากพืชเพียงพอกับความต้องการ อันคนเห็นอกระดับน้ำใต้ดินต้องไม่ลึกมาก จึงทำให้ใช้ได้กับพืชที่มีรากตื้นเท่านั้น
5. อาจมีปัญหาเรื่องการสะสมของเกลือบนผิวดินได้ถ้าหากคุณภาพของน้ำไม่ดี



- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| A. ถังวัดการใช้น้ำ | E. อุปกรณ์กั้นน้ำที่เกินระดับควบคุม |
| B. ท่อจ่ายน้ำใต้ดิน | F. ถังเก็บน้ำทิ้ง |
| C. ลอยควบคุมระดับน้ำ (Float Valve) | G. ฉายยางฉั่งน้ำจากถังจ่าย |
| D. ถังจ่ายน้ำและหลอดแก้วบอกระดับ | |

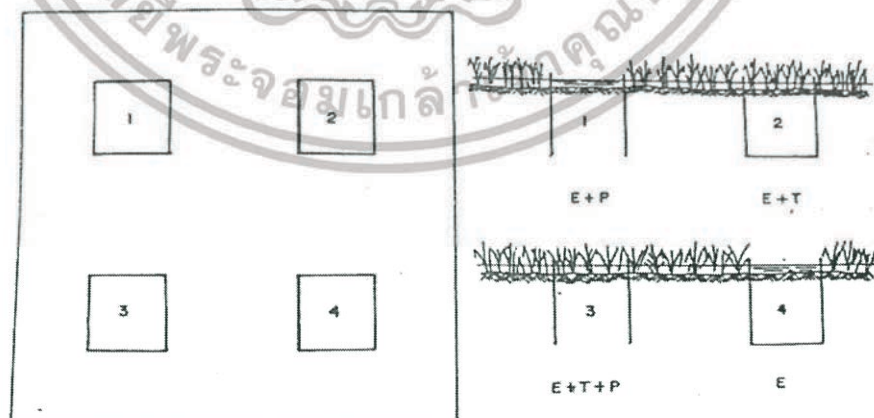
รูปที่ 2.2 ถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่ (Constant water table type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter รูปที่ 2.3) ถังแบบนี้ออกแบบไว้สำหรับวัดการใช้น้ำของข้าวโดยเฉพาะ คือนอกจากจะวัดการระเหย (E) และการคายน้ำ (T) แล้ว ยังสามารถวัดการรั่วซึม ในแปลงนา (P) ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในปริมาณน้ำที่ต้องจัดทำให้ข้าวด้วย ปกติอุปกรณ์วัดการใช้น้ำแบบนี้ประกอบด้วยถังขนาดเดียวกัน 4 ถัง เป็นถังเปิดหัว - ท้ายทั้งสองด้าน 2 ถัง และปิดกัน 2 ถัง. ในแต่ละ แบบจะมีอยู่ถึงหนึ่งที่ไม่ปลุกข้าวหรือไม่มีการวัดการคายน้ำ ส่วนการสูญเสียน้ำในถังที่เปิดกันจะมีส่วนหนึ่งที่เป็นการรั่วซึมในแปลงนาด้วย ระดับน้ำในแต่ละถังที่ลดลงวัดด้วยตะขอวัดระดับน้ำ(Hook gage) เมื่อนำค่าที่ วัดได้ของสองถังที่มีความแตกต่างในการวัดเพียงอย่างเดียวมาหักลบกันก็จะได้องค์ประกอบของปริมาณน้ำที่ ต้องการในนาข้าวได้

ข้อดีและข้อเสีย

1. สร้างได้ง่ายและมีราคาถูก
2. สามารถวัดส่วนประกอบของน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้ทุกส่วน
3. ออกแบบไว้สำหรับข้าวและพืชที่ต้องใช้น้ำขังเท่านั้น
4. อาจมีความผิดพลาดในการวัดได้ถ้าหากดินที่ติดตั้งถังที่เปิดกันสองแห่งไม่เหมือนกัน
5. ในขณะที่ต้นข้าวยังเล็กอยู่ คลื่นและลมอาจทำให้น้ำจากภายนอกกระโดดเข้ามาในถังได้
6. ค่าการระเหยที่วัดได้ในถังที่ไม่มีการปลูกข้าวจะมีค่าสูงกว่าการระเหยจากถังที่มีการปลูกข้าว เนื่องจากได้รับแสงแดดและลมเต็มที่ เมื่อนำค่านี้ไปหักลบจากค่าที่วัดได้ในถังอื่นจะทำให้สัดส่วนของน้ำที่พืชใช้ เช่นการ คายน้ำ หรือการรั่วซึมในแปลงนามีค่าน้อยกว่าที่เป็นจริง



รูปที่ 2.3 ถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter)

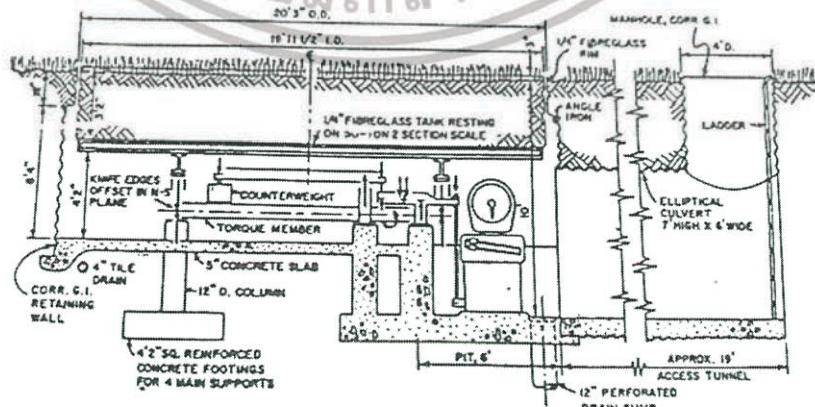
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ประเภทวัดโดยเกี่ยวข้องกับน้ำหนัก ถังแบบนี้วัดการใช้น้ำของพืชโดยการสังเกตน้ำหนักหรือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก เช่นความดัน หรือความเค้น (Stress) ที่เปลี่ยนไป ชื่อของแต่ละแบบ อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบหรือวัดค่าดังกล่าว ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้เป็น

ก. ถังวัดการใช้น้ำแบบชั่งด้วยเครื่องชั่ง (Mechanically Weight Type รูปที่ 2.4) เป็นแบบที่วัดน้ำหนักของดินในถังด้วยตาชั่ง แบบที่สร้างขึ้นมาในระยะแรก ๆ เป็นกระถางขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา มาชั่งโดยใช้ตาชั่งแขวนหรือตาชั่งแบบธรรมดาได้ ภายหลังได้มีการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่และวัดได้ละเอียดถูกต้องดีขึ้น เช่นเครื่องที่สร้างที่ University of California, Davis, California ในปี 1958 (รูปที่ 2.4) ถังดังกล่าวมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.17 เมตร (20 ฟุต 3 นิ้ว) ลึก 0.96 เมตร (3 ฟุต 2 นิ้ว)หนักประมาณ 45 ตัน วัดได้ละเอียดถูกต้องภายในประมาณ 0.03 มิลลิเมตร ถึงขนาดใหญ่ เช่นนี้มีราคาแพงมาก จึงไม่ปรากฏว่ามีรายงาน การสร้างถังขนาดใหญ่ ๆ เช่นนี้อีก

ข้อดีและข้อเสีย

1. ให้ความละเอียดถูกต้องสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบที่โดยกตัวอย่างมาให้ดูสามารถวัดอัตราการใช้น้ำของพืชทุก 4 นาทีและมีความละเอียดถูกต้องถึง 0.03 มิลลิเมตรเป็นต้น
2. มีราคาแพงมากเพราะต้องออกแบบเครื่องชั่งเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงไม่มีใช้แพร่หลายเหมือนแบบอื่น ๆ เนื่องจากว่าเครื่องชั่งที่ต้องออกแบบใหม่เป็นพิเศษมีราคาแพงมาก จึงได้มีการดัดแปลงโดยใช้ตาชั่ง แบบวางกับพื้นที่มีจำหน่ายในท้องตลาดแล้วมารับน้ำหนักทั้งหมดของกระถาง แต่ให้คานของตาชั่งถ่าน้ำหนัก เพียงบางส่วนไปยัง Strain gage load cell ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกระถางไปเป็นการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถเทียบกลับเป็นความลึกของน้ำ โดยให้ความละเอียดถูกต้องสูงเช่นเดียวกัน



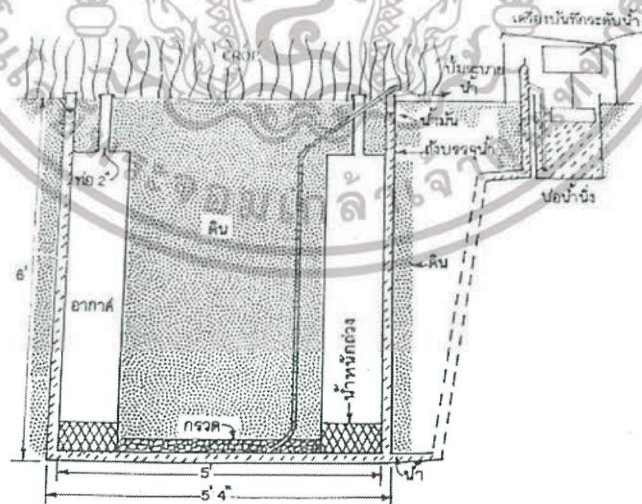
รูปที่ 2.4 ถังวัดการใช้น้ำแบบชั่งด้วยเครื่องชั่ง (Mechanically Weight Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ถังวัดการใช้น้ำแบบทุ่นลอย (Float lysimeter รูปที่ 2.5) ถังวัดการใช้น้ำแบบนี้ทำงานโดยอาศัยหลักของ อาคิเมติสที่ว่า ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่โดยทุ่นลอยจะผันแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักของทุ่นลอย นั้น ดังนั้นถ้าให้กระถางที่ปลูกพืชลอยอยู่ในภาชนะซึ่งบรรจุ น้ำ น้ำหนักของกระถางซึ่งสูญเสียไปโดยการใช้น้ำ ของพืชย่อมสามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในภาชนะนั้น จุดสำคัญของถังวัดการใช้น้ำแบบนี้ก็คือ จะต้องทำให้กระถางปลูกพืชลอยน้ำได้ ซึ่งบางครั้งอาจจะต้องบรรจุวัสดุเบา เช่น โฟม หรือกล่องลมรอบ ๆ กระถางเพื่อช่วยให้มีน้ำหนักเบาขึ้น

ข้อดีและข้อเสีย

1. มีราคาถูกและเชื่อถือได้พอสมควร
2. การแผ่กระจายของรากพืชค่อนข้างจำกัดเนื่องจากต้องมีกล่องลมภายในกระถางเพื่อให้มีน้ำหนักเบา สามารถลอยน้ำได้
3. วัดอัตราการใช้น้ำระยะสั้นขนาดต่อวันได้ถูกต้อง
4. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในอ่างทำให้มีการวัดผิดพลาดได้เนื่องจากความขยายตัวของน้ำ
5. ความผิดพลาดในการวัดอาจเกิดได้จากการรั่วของถัง ซึ่งถ้ามีขนาดเล็กน้อยจะตรวจพบได้ยาก



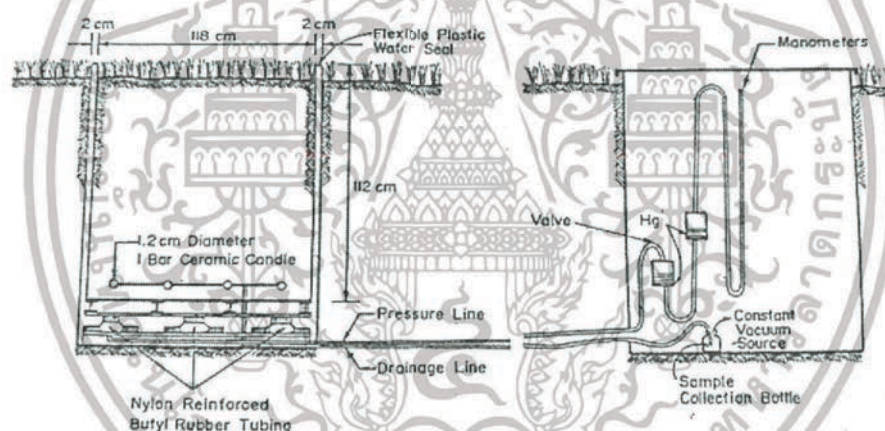
รูปที่ 2.5 ถังวัดการใช้น้ำแบบทุ่นลอย (Float lysimeter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ถึงวัดการใช้น้ำแบบไฮดรอลิก (Hydraulic weighing Lysimeter รูปที่ 2.6) ถึงแบบนี้วัดการ ใช้น้ำของพืช โดยการสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงความดันของน้ำในหมอนยางซึ่งรองรับน้ำหนักทั้งหมดของกระถาง จากหมอนยางจะมีท่อขนาดเล็กต่อไปเข้าอุปกรณ์วัดความดัน เมื่อมีการสูญเสียน้ำโดยการใช้ของพืช ความดันของ น้ำในหมอนยางก็จะลดลง ความแตกต่างของความดันน้ำนี้สามารถเทียบขนาดให้เป็นความลึกของน้ำที่พืชใช้ได้

ข้อดีและข้อเสีย

1. ราคาไม่แพงมากและให้ความละเอียดถูกต้องดี
2. การยึดตัวของหมอนยาง และการขยายตัวของน้ำในหมอนเนื่องจากอุณหภูมิอาจทำให้การวัดผิดพลาดได้
3. การรั่วของหมอนยางและตามข้อต่อต่าง ๆ ตรวจพบได้ยาก



รูปที่ 2.6 ถึงวัดการใช้น้ำแบบไฮดรอลิก (Hydraulic weighing Lysimeter)

การเลือกใช้ถึงวัดการใช้น้ำของพืชแบบต่าง ๆ ตามที่ได้แนะนำมาข้างต้นนี้ ส่วนใหญ่จะถูกจำกัดโดย งบประมาณ ความละเอียดถูกต้องที่ต้องการวัด และชนิดของพืชที่ต้องการศึกษาการ ใช้น้ำ สำหรับถึงวัดการใช้น้ำ ขนาดเดียวกัน แบบวัดโดยอาศัยน้ำหนักจะมีราคาแพงกว่าแบบไม่อาศัย น้ำหนัก แต่จะให้ความละเอียดถูกต้องสูงกว่า ถ้าต้องการวัดอัตราการใช้น้ำสำหรับระยะเวลาไม่สั้น กว่า 24 ชั่วโมง แบบทุ่นลอยและแบบไฮดรอลิก จะให้ความละเอียดถูกต้องเชื่อถือได้ ถ้าระยะเวลาสั้น กว่านี้ควรจะใช้แบบชั่งด้วยตาชั่ง ส่วนพวกวัดโดยไม่อาศัย น้ำหนักนั้นราคาถูกกว่ามาก การเลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงมักถูกจำกัดโดยพืชหรือลักษณะของภูมิประเทศ เช่นถ้าพื้นที่มีระดับ น้ำใต้ดินสูงอยู่ก่อนแล้วก็ควรใช้แบบน้ำใต้ดินคงที่เป็นต้น แบบระบายน้ำส่วนมากใช้ศึกษาการใช้ในระยะยาว และใช้กับพืชยืนต้น ซึ่งต้องการขนาดของกระถางใหญ่เป็นพิเศษ

ความละเอียดถูกต้องของการวัดนอกจากจะขึ้นอยู่กับแบบที่เลือกใช้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับ การติดตั้งและ การ บำรุงรักษาด้วย หลักสำคัญในการติดตั้งก็คือจะต้องพยายามให้สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกใกล้เคียงกับ สภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากที่สุด ซึ่งอาจสรุปได้ว่าควรมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. ถังที่ใช้ปลูกพืชจะต้องมีขนาดใหญ่และลึกพอ เพื่อไม่ให้พืชที่ปลูกต้องเติบโตอยู่ในเนื้อที่ที่ราก และ ลำต้นไม่อาจขยายตัวได้เต็มที่ สำหรับพืชไร่โดยทั่ว ๆ ไป ความกว้างยาว และลึกไม่ควรจะน้อยกว่าด้านละ 1 เมตร
2. พยายามให้คุณสมบัติของดินรวมทั้งอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกใกล้เคียงกันน้อยที่สุด
3. จัดให้มีพืชชนิดเดียวกันปลูกล้อมรอบถึงวัดการใช้น้ำเป็นระยะทางยาวพอสมควรโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทางด้านเหนือลม

นอกจากนี้ควรจะได้มีการบำรุงรักษาเป็นประจำ เช่นการตรวจหารอยรั่ว การทำความสะอาดถังจ่ายน้ำ และวาล์วสลักลอยในถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่ เป็นต้น

อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับถังวัดการใช้น้ำของพืชก็คือเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนในวันที่ฝนตก ปริมาณการใช้น้ำที่วัดได้อาจมีค่าติดลบเนื่องจากน้ำฝนมีค่ามากกว่าที่พืชใช้ ดังนั้นจะต้องเอาจำนวนน้ำฝน รวมเข้ากับค่าที่วัดได้จึงจะเป็นจำนวนที่พืชใช้อย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามความละเอียดถูกต้องของการวัดในวัน ที่มีฝนตกจะเชื่อถือได้น้อยกว่าค่าที่วัดได้ในวันที่ไม่มีฝนตก ทั้งนี้เพราะจำนวนฝนที่สถานีวัดน้ำฝนอาจต่างกับที่ ตกจริงในถังวัดการใช้น้ำได้ นอกจากนั้นพื้นที่รับน้ำฝนของเครื่องวัดน้ำฝนกับถังวัดการใช้น้ำก็มีขนาดต่างกันมาก

2.8.2 การศึกษาจากจำนวนความชื้นในดิน

การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชอาจทำได้โดยการศึกษาจากจำนวนความชื้นในดิน วิธีนี้เหมาะสำหรับ ดินที่มีเนื้อดินสม่ำเสมอตลอดความลึก และระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินมาก วิธีวัดก็ทำโดยการหาจำนวนความชื้นในดินก่อนและหลังให้น้ำแก่พืชทุกครั้ง และอาจจะต้องมีการวัดเพิ่มเติมในช่วงระยะเวลาที่ไม่ได้มีการให้น้ำด้วย โดยปกติแล้วจะต้องมีการวัดจำนวนความชื้นของดิน

ตัวอย่างเป็นจำนวนมากจึงจะได้ความละเอียดถูกต้องดี หลังจากนั้นก็นำมาคำนวณหาความลึกของน้ำที่พืชดูดจากดินไปใช้ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้โดยใช้สูตร

$$ET = \frac{\sum_{i=1}^n (\theta_1 - \theta_2)_i \Delta Si + Re - Wd}{\Delta t} \quad (2.7)$$

ในเมื่อ ET คืออัตราการใช้น้ำของพืชเฉลี่ยในช่วงเวลาจากการเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกกับครั้งหลัง n เป็น จำนวนชั้นดินในเขตรากที่แบ่งไว้เพื่อเก็บตัวอย่างดิน ($\theta_1 - \theta_2$) เป็นผลต่างของจำนวนความชื้นของดินระหว่าง การวัดครั้งแรกกับครั้งหลัง ที่ชั้นดิน 1 ค่าจำนวนความชื้นมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยความลึกของ ชั้นดิน ΔSi เป็นความหนาของชั้นดินที่แบ่งไว้ Re เป็นจำนวนฝนที่ซึมเข้าไปในดิน Wd เป็นจำนวนความชื้น ที่ซึมเลยเขตรากออกไป Δt เป็นช่วงเวลา ระหว่างการเก็บตัวอย่างดินสองครั้ง

2.8.3 การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืชขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่างด้วยกันคือ สภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช ชนิดและอายุของพืชเอง จำนวนความชื้นและคุณสมบัติของดิน และองค์ประกอบอื่น ๆ การที่จะวัดการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดในทุกสภาพภูมิอากาศ ดิน ฯลฯ นั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยากและจะต้องทำการวัดมากมายไม่มีที่สิ้นสุด นักวิทยาศาสตร์จึงได้พยายามหาวิธีที่ง่ายกว่าการวัดโดยตรง ทางออกที่เลือกใช้ก็คือ

1. เลือกกำหนดพืชขึ้นมาชนิดหนึ่งที่เจริญงอกงามได้ตลอดปีและมีอัตราการใช้น้ำที่ไม่ขึ้นกับอายุ
2. กำหนดให้ดินมีความชื้นสูงตลอดเวลาเพื่อทำให้คุณสมบัติของดินอย่างอื่น เช่น เนื้อดิน ความเข้มข้น ของเกลือในดินในเกณฑ์ปกติ ความสามารถเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ ฯลฯ หมดความสำคัญต่อการใช้น้ำไป

พืชที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการในข้อแรกมากที่สุดคือหญ้า ต่อมาก็ได้มีการเลือกใช้พืชอื่นอีกเช่น อัลฟัลฟา สำหรับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช เช่น วิธีการให้น้ำและการไถพรวนดินก็มีใช้ องค์ประกอบที่มีความสำคัญมากเหมือน 3 อย่างแรก ดังนั้น การใช้น้ำของพืชที่เลือกไว้เมื่อดินมีความชื้นสูงพอตลอดเวลา ก็จะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว

การใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่เลือกไว้เมื่อปลูกในดินที่มีความชื้นสูงตลอดเวลา เพื่อให้อัตราการใช้น้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวนี้เรียกว่า การใช้น้ำของพืชอ้างอิง หรือ Potential Evapotranspiration และนิยมใช้ตัวย่อว่า ET_p

การที่การใช้น้ำของพืชอ้างอิงขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศรอบๆ ต้นพืชเพียงอย่างเดียวนี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดสูตรสำหรับคำนวณ ET_p โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศได้มากมาย และเมื่อต้องการทราบการ ใช้น้ำของพืช ชนิดอื่นที่มีใบพืชอ้างอิงก็คำนวณโดยใช้สูตร

- คำนวณจากปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, ET_p) จะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ รอบๆต้นพืชอย่างเดียว โดยพืชที่ใช้ทำการทดลองเป็นพืชเจริญงอกงามตลอดปี และมีอัตราการใช้น้ำไม่ขึ้นอยู่กับอายุ นอกจากนี้ยังกำหนดให้ดินมีความชื้นสูงตลอดเวลา คุณสมบัติอื่นๆของดินจึงไม่มีความสำคัญ หากต้องการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช จะสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$ET = K_c \times ET_p \tag{2.8}$$

โดยที่

- ET คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตร)
- K_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
- ET_p คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตร)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชเท่านั้น เกิดจากการปลูกพืชอ้างอิงและพืชที่ต้องการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชโดยใช้ถังวัดการใช้น้ำในบริเวณเดียวกันในช่วงการ เจริญเติบโตช่วงใดช่วงหนึ่ง หรือตลอดฤดูการเพาะปลูก คำนวณโดย

$$K_c = ET / ET_p \tag{2.9}$$

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) คำนวณโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ สามารถทำได้หลายวิธีตั้งแต่สูตรที่มีความง่ายซึ่งต้องการข้อมูลเพียงหนึ่งหรือสองอย่าง จนถึงสูตรที่มีความยุ่งยาก

ซับซ้อนที่ต้องการข้อมูลหลาย-อย่าง โดยการเลือกสูตรคำนวณนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะของงาน ความละเอียดถูกต้องของงาน ข้อมูลที่ต้องการ และเครื่องมือที่ใช้วัดข้อมูล

วิธีการคำนวณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง(ET) การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง (ETp) โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศอาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน สูตรที่ใช้คำนวณนั้นมีตั้งแต่สูตรเอมไพริคอลอย่างง่าย ๆ ซึ่งต้องการข้อมูลเพียงอย่างเดียวหรือสองอย่าง จนกระทั่งถึงสูตรที่ต้องการข้อมูลหลายอย่าง และมีการคำนวณยุ่งยากมาก อย่างไรก็ตาม ไม่จำเป็นว่าสูตรที่ยุ่งยากและ ต้องการข้อมูลหลายอย่าง จะให้ค่าถูกต้องดีกว่าสูตรง่าย ๆ เสมอไป การที่จะเลือกใช้สูตรใดสูตรหนึ่งมาคำนวณ หาปริมาณการใช้น้ำของพีชที่ต้องการนั้น จะต้องพิจารณาจากลักษณะของงาน ความละเอียดถูกต้องที่ต้องการ ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และเครื่องมือเครื่องใช้ที่จะนำมาใช้วัดข้อมูล เป็นต้น วิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพีชที่จะกล่าวถึงก็มี

1. วิธีของ Thornthwaite
2. วิธีของ Blaney - Criddle
3. วิธีของ Makkink
4. วิธีของ Jensen - Haise
5. วิธีของ Penman

2.9 การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพีชจากถาดวัดการระเหย

เครื่องมือที่ใช้วัดการระเหยอาจแบ่งออกได้สองแบบด้วยกันคือ แบบที่เป็นถาดบรรจุน้ำหรือที่เรียกว่า ถาดวัดการระเหย (Evaporation pan) ซึ่งยอมให้น้ำระเหยจากผิวน้ำได้โดยตรง และแบบซึ่งให้น้ำระเหยจากผิววัตถุพรุนซึ่งเปียกน้ำ ถึงแม้ว่าการระเหยของน้ำจะไม่เหมือนกับการคายน้ำของพืช แต่ขบวนการของทั้งสอง อย่างนี้คล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ เป็นการแพร่กระจายของไอน้ำสู่บรรยากาศ แต่การคายน้ำจะถูกควบคุมโดย การปิดเปิดของรูใบในขณะที่การระเหยจากผิวน้ำไม่มีอะไรควบคุมเลย

เนื่องจากว่าสภาพของภูมิอากาศทุกอย่าง เช่น รังสีจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว ของลม ฯลฯ ที่มีผลต่อการคายน้ำก็มีผลต่อการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยด้วยเช่นกัน ดังนั้น ถาดวัด การระเหยที่ได้รับการติดตั้งอย่างถูกต้องจึงมักใช้เทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพีชในระยะเวลายาว ๆ ได้ละเอียด ถูกต้องดีกว่าสูตรเอมไพริคอล ที่ใช้ข้อมูลภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวหรือสองสามอย่าง เช่นสูตรของ Thornthwaite หรือ Blaney - Criddle เป็นต้น นอกจากนั้นถาดวัดการระเหยยังใช้ง่ายและราคาถูกด้วย

2.9.1 การติดตั้งมาตรวัดการระเหย

อัตราการระเหยจากมาตรวัดการระเหยนั้นขึ้นอยู่กับขนาด สี วัสดุที่ใช้ทำมาตร ความลึกของน้ำ ในมาตรและ องค์ประกอบอื่น ๆ อีกหลายอย่าง อัตราการระเหยจากมาตรที่มีขนาดใหญ่จะน้อยกว่า อัตราการระเหยจากมาตรขนาดเล็กถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำ แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเพิ่มขึ้น ความแตกต่างระหว่าง อัตราการระเหยจากมาตรที่มีขนาดไม่เท่ากันจะลดลง ความแตกต่างดังกล่าวนี้ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากการพัดผ่านของมวล อากาศที่แห้งและร้อน ดังนั้น ในบริเวณรอบ ๆ มาตรวัดการระเหยจึงควรมีพีชปลูกอยู่ทางด้านเหนือลมเป็นระยะ ห่างพอสมควร เพื่อควบคุมให้บรรยากาศรอบ ๆ มาตรวัดการระเหยนั้นมีสภาพคล้ายคลึงกับพื้นที่ที่เพาะปลูก กล่าวคือ ความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงอยู่เสมอ

เนื่องจากว่า วัสดุที่มีสีดำนจะดูดเอาพลังงานความร้อนไว้ได้มากกว่าวัสดุที่มีสีอ่อน ดังนั้นการระเหยจาก มาตรที่มีสีดำจะมากกว่าการระเหยจากมาตรขนาดเดียวกันแต่มีสีขาว เช่น การระเหยจากมาตรที่ทำด้วยทองแดงจะ มากกว่ามาตรที่ทำด้วยอลูมิเนียม เป็นต้น

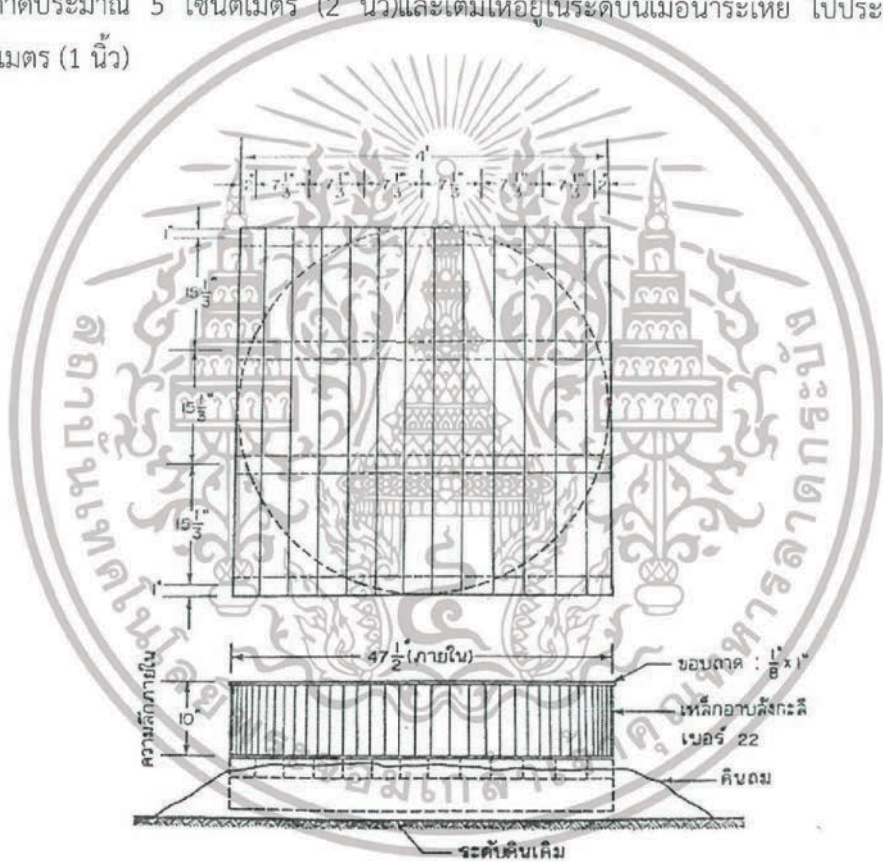
ระดับน้ำในมาตรก็มีผลต่อการระเหยเหมือนกัน มาตรที่มีระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าขอบมาตรมากจะมีการระเหย มากกว่ามาตรขนาดเดียวกันแต่มีระดับน้ำสูงกว่า ทั้งนี้เพราะผิวน้ำของมาตรที่มีระดับน้ำต่ำ จะได้รับความกระทบ กระเทือนจากลมที่พัดผ่านมากกว่า นอกจากนั้นขอบมาตรยังมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากมีผิวที่สัมผัส กับแสงแดดและบรรยากาศมากกว่าด้วย อุณหภูมิของน้ำในมาตรที่มีน้ำตื้นจึงสูงกว่าในมาตรที่มีน้ำลึก ซึ่งเป็นผลให้การระเหยในมาตรที่มีน้ำตื้นสูงกว่า อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในมาตรนั้นจะมีผลต่ออัตราการ ระเหยของมาตรที่วางอยู่บนดิน หรืออยู่เหนือผิวดินมากกว่ามาตรที่ฝังไว้ในดิน

มาตรวัดการระเหยบางครั้งจะฝังไว้ในดินโดยให้ขอบของมาตรสูงกว่าระดับผิวดิน 7.5 ถึง 10 เซนติเมตร ความสูงของมาตรเหนือพื้นดินจะมีผลต่ออัตราการระเหยจากมาตรเหมือนกัน มาตรที่วางไว้มาตรที่วางไว้บนผิวดินหรือยกให้สูงกว่าระดับผิวดินจะมีอัตราการระเหยสูงกว่ามาตรที่ฝังไว้ในดิน ถ้าหากมาตรวัดการระเหยติดตั้งอยู่ในแปลง-เพาะปลูก ซึ่งมีพีชปลูกอยู่เต็ม มาตรที่ยกให้อยู่ในระดับความสูงของพีชโดยเฉลี่ยจะให้ผลดีกว่ามาตรที่ฝังไว้ในดิน

มาตรวัดการระเหยที่นิยมใช้กันทั่วไปและเป็นที่ยอมรับของ World Meteorological Organization ก็คือมาตร U.S. Weather Bureau Class A หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า Class - A pan มาตรวัดการระเหยชนิดนี้มีขนาดเส้น-ผ่าศูนย์กลางภายใน 120 เซนติเมตร (47.5 นิ้ว) ลึก 25 เซนติเมตร (10 นิ้ว) ทำด้วยเหล็กอบสังกะสี หรือโลหะผสมที่ทนทานต่อการผุกร่อนถ้าหากน้ำในบริเวณนั้นมีความเป็นกรดหรือด่างสูง มาตรนี้จะวางอยู่บนแผงไม้บน เนินดิน โดยให้ก้นมาตรอยู่เหนือจากระดับดินเดิมประมาณ 10 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่บริเวณรอบ ๆ ภาตจะต้องราบเรียบและมีหญ้าขึ้นเต็ม ถ้าหากหญ้าขึ้นสูงก็จะต้องคอยตัดให้มันอยู่ ต่ำกว่าระดับของภาตเสมอ หญ้าดังกล่าวนี้จะต้องได้รับการรดน้ำให้ชุ่มชื้นอยู่เป็นประจำ นอกจากนั้นจะต้องไม่มีอาคารหรือต้นไม้ทำให้เกิดร่มเงา ทำให้เปลี่ยนทิศทางการพัดของลมไปยังภาต หรือทำให้เกิดการแผ่ กระจายความร้อนไปยังภาตภายหลังจากที่อุณหภูมิของบรรยากาศเย็นลงแล้ว ถ้าหากจำเป็นจะต้องติดตั้งภาตวัดการระเหยในบริเวณใกล้เคียงกับอาคาร ถนน หรือต้นไม้สูง ควรจะตั้งอยู่ทางด้านเหนือลมที่พัดอยู่เป็นประจำ ระยะทางระหว่างภาตกับอาคารหรือต้นไม้ควรจะอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่าสี่เท่าของความสูงของอาคารหรือต้นไม้ นั้น อาคารหรือต้นไม้จะต้องไม่ก่อให้เกิดร่มเงาแก่ภาตในเวลาใดเวลาหนึ่งยกเว้นตอนพระอาทิตย์ขึ้นหรือตก ระดับน้ำในภาตควรจะอยู่ต่ำกว่าขอบภาตประมาณ 5 เซนติเมตร (2 นิ้ว) และเติมให้อยู่ในระดับนี้เมื่อน้ำระเหย ไปประมาณ 2.5 เซนติเมตร (1 นิ้ว)



รูปที่ 2.7 การติดตั้ง U.S. Weather Bureau Class A Pan

ในบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ขนาดของพื้นที่ที่มีหญ้าขึ้นเต็มบริเวณรอบ ๆ ภาตอาจจะไม่มีผลต่อ อัตราการระเหยจากภาตมากนัก แต่ในบริเวณที่มีอากาศแห้งแล้ง ถ้าพื้นที่ซึ่งมีหญ้าขึ้นอยู่ มีขนาดเล็กหรือไม่มีพืช ขึ้นอยู่เลยอัตราการระเหยจากภาตจะสูงมาก ดังนั้น ถ้าจะติดตั้งภาตวัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยในพื้นที่เพาะปลูก ภาควัดจะอยู่ทางใต้ลมและอยู่ห่างจากขอบของพื้นที่ที่มีพืชปลูกกับที่ไม่มีพืชขึ้นอยู่เป็นระยะทางไกลพอสมควร จากการทดลองในบริเวณที่มีอากาศแห้งแล้ง ถ้าจะให้การระเหยจากภาควัดการระเหยไม่ได้รับความกระทบกระเทือนจากมวลอากาศที่แห้งแล้งและร้อนพัดผ่านแล้ว จะต้องติดตั้งภาควัดให้อยู่ห่างจากขอบของพื้นที่เพาะปลูกมาทางใต้ลมไม่น้อยกว่า 300 เมตร

2.9.2 การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

ดังได้กล่าวแล้วว่า สภาพของภูมิอากาศทุกอย่าง เช่น รังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว ลม ฯลฯ ซึ่งมีผลต่อการใช้น้ำของพืชที่มีผลต่อการระเหยของน้ำจากภาควัดการระเหยด้วยเช่นกัน ดังนั้นปริมาณการ ใช้น้ำของพืชอาจเทียบหาจากการระเหยจากภาควัดได้โดย

$$ET = K_p \times E_p \quad (2.10)$$

โดยที่

ET คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตร)
 K_p คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของภาควัดการระเหยของภาควัด Class-A pan
 E_p คือ ปริมาณการระเหยจากภาควัดการระเหย (มิลลิเมตร)

ในเมื่อ ET เป็นปริมาณการใช้น้ำของพืช K_p เป็นค่าสัมประสิทธิ์ภาควัดการระเหยและ E_p เป็นการระเหยจากภาควัดการระเหย

สำหรับภาควัดการระเหยแบบ Class - A ค่าสัมประสิทธิ์ของภาควัดอาจดูได้จากตารางที่ ก.1 ส่วน ปริมาณการระเหยจากภาควัดนั้นอาจดูได้จากสถิติภูมิอากาศของประเทศไทย ของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้รวบรวม สถิติการระเหยจากภาควัดแบบ Class-A ไว้ด้วยเช่นกัน

2.10 อัตราการไหลของน้ำ (Discharge)

หลักการเบื้องต้นของรางวัดน้ำ รางวัดน้ำเป็นอาคารวัดน้ำที่สร้างขึ้นหรือติดตั้งไว้ในทางน้ำ โดยแนวศูนย์กลางตามยาวของรางกับของทางน้ำทับกัน แต่ขนาดของรางน้ำจะถูกบีบให้แคบกว่าด้วยผนังของรางทั้งสองข้าง หรือด้วยการยกพื้นรางให้สูงขึ้น หรือทั้งสองอย่าง เพื่อให้อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความลึกของน้ำในรางนั้น

ทฤษฎีทางชลศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบรางวัดน้ำก็คือ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำขณะ ไหลเข้ามาในรางเพิ่มขึ้นโดยการบีบทางน้ำให้แคบเข้า จนกระทั่งได้ความเร็ววิกฤติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Critical velocity) หรือ เร็วกว่าที่บริเวณส่วนที่แคบที่สุด แล้วผายออกจนกระทั่งการไหลเป็นไปอย่างปกติอีกครั้ง ตามหลักการข้างต้น อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำจะคำนวณได้โดยสมการ

$$Q = KH^n \quad (2.11)$$

เมื่อ $Q =$ อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำ
 $K, n =$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของราง
 $H =$ เحد หรือความลึกของน้ำเหนือพื้นรางวัดน้ำ

ในเมื่อ Q เป็นอัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำ K เป็นสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของราง และ จุดที่ทำการวัดเحدหรือความลึกของน้ำในราง H เป็นเحد หรือความลึกของน้ำเหนือพื้นรางวัดน้ำ ถ้าพื้นรางมีหลายระดับก็วัดจากพื้นที่อยู่สูงที่สุด และ n เป็นค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของรางเช่นเดียวกันกับค่า K ค่า n และ K ของรางวัดน้ำชนิดต่าง ๆ จะได้จากการทดลองวัดจริงตามสภาพการติดตั้งที่กำหนด

2.10.1 รางวัดน้ำแบบพาร์แชล

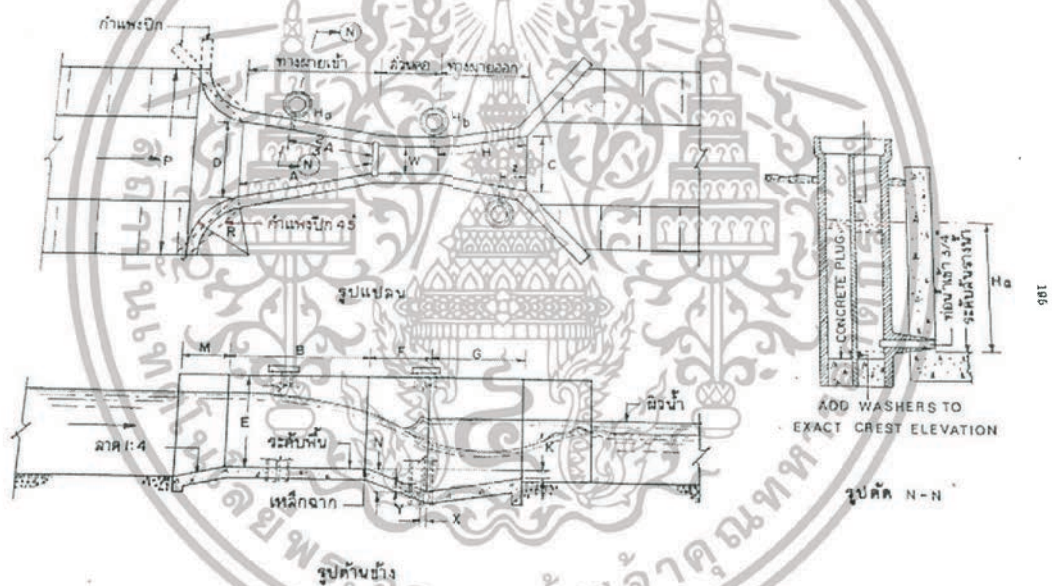
รางวัดน้ำแบบพาร์แชล เป็นรางวัดน้ำที่ออกแบบโดย Mr. Ralph L. Parshall เพื่อใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด รูปร่างลักษณะของรางวัดน้ำแบบพาร์แชลซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 10.7 ประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนด้วยกันคือ

1. ทางผายเข้า (Converging Section) เป็นทางเข้าที่ผนังของรางซึ่งอยู่ในแนวตั้งเริ่มบีบตัวจากกำแพง ปีกซึ่งกวดเต็มความกว้างของทางน้ำให้แคบเข้า พื้นของรางส่วนนี้อยู่ในแนวราบแต่อยู่สูงกว่าพื้นของส่วนอื่น
2. ส่วนคอ (Throat Section) เป็นส่วนที่แคบที่สุดซึ่งผนังของรางบีบเข้ามาเป็นแนวขนานกัน ความ กว้างของส่วนคอกนี้จะเท่ากันตลอด แต่พื้นรางจะลาดลงต่ำกว่าพื้นของทางผายเข้า ความกว้างของส่วนคอเป็นค่าที่ใช้ บอกขนาดของรางวัดน้ำแบบนี้
3. ทางผายออก (Diverging Section) เป็นส่วนที่ผายออกจากส่วนคอกออกไปพบกำแพง ปีกด้านท้ายน้ำ ซึ่งจะผายออกไปเท่ากับความกว้างของทางน้ำตามเดิม ระดับพื้นของส่วนนี้จะลาดจากส่วนคอขึ้นไปหาระดับพื้น ท้องน้ำ แต่ปลายของส่วนนี้ยังคงอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นของทางผายเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รางวัดน้ำแบบพาร์เซลล์ที่ได้ออกแบบไว้ทั้งหมดมีขนาดตั้งแต่ 1 นิ้วจนถึง 50 ฟุต รวม 22 ขนาด สัดส่วนมาตรฐานของรางวัดน้ำขนาดต่าง ๆ และช่วงอัตราการไหลเมื่อการไหลเป็นแบบอิสระ (Free Flow) แสดงไว้ ในตารางที่ ก.2

เนื่องจากว่ามีมิติต่าง ๆ ของรางวัดน้ำแบบพาร์เซลล์ทั้ง 22 ขนาดนั้น ไม่เป็นสัดส่วนทางชลศาสตร์ (Hydraulic Scale) ซึ่งกันและกัน ดังนั้น มิติต่าง ๆ ที่ให้ไว้จึงไม่อาจเปลี่ยนให้เป็นระบบเมตริกที่เป็นเลขลงตัวได้ เพราะค่าสัมประสิทธิ์ในสูตรของแต่ละขนาดทั้ง 22 สูตรเป็นค่าเฉพาะของรางขนาดนั้น ๆ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงขนาดก็จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เปลี่ยนไปด้วย เช่น สำหรับรางวัดน้ำขนาด 1, 2 และ 3 นิ้ว ได้กำหนดไว้ว่าความกว้างของส่วนคอคอดจะผิตได้ไม่เกิน $1/64$ นิ้ว หรือ 0.4 มิลลิเมตรเท่านั้น ดังนั้นรางวัดน้ำขนาด 3 นิ้วไม่สามารถเทียบ มาเป็นขนาด 7.5 เซนติเมตร เพราะค่าความผิตพลาดจะมากเกินไปจนทำให้



รูปที่ 2.8 รางวัดน้ำแบบพาร์เซลล์ สัดส่วนมาตรฐานที่ให้ออกจากตารางที่ ก.2

อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำแบบพาร์เซลล์ การไหลของน้ำผ่านรางวัดน้ำแบบพาร์เซลล์มีสองลักษณะคือ เป็นการไหลแบบอิสระ (Free Flow) และ การไหลใต้ผิวน้ำ (Submerged Flow) กล่าวคือเส้นระดับผิวน้ำเส้นบนในส่วนผายออกของรางเป็นลักษณะของการไหลใต้ผิวน้ำ และ เส้นระดับผิวน้ำเส้นล่างเป็นการไหลแบบอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำแบบพาร์เซลขึ้นอยู่กับเฮดหรือความลึกของน้ำในราง ความลึกดังกล่าวนี้จะวัด ในบ่อน้ำนิ่ง (Stilling Well) ซึ่งต่อกับทางผายเข้าและส่วนคอ เสดที่วัดได้ที่จุดทั้งสองนี้ใช้แทนด้วยสัญลักษณ์ H_a และ H_b ตามลำดับ

เมื่อเป็นการไหลแบบอิสระ(Free Flow) จากการทดลองพบว่า เมื่อเป็นการไหลแบบ อิสระ อัตราการไหลผ่านจะขึ้นอยู่กับขนาดหรือความกว้างของส่วนคอ และ H_a เท่านั้น ไม่ขึ้นอยู่กับ H_b

การไหลของน้ำผ่านรางจะเป็นแบบอิสระ (Free Flow) เมื่ออัตราส่วน H_b/H_a ไม่เกินค่าที่กำหนด ดังต่อไปนี้

ขนาดของรางวัดน้ำ	H_b/H_a
1 ถึง 3 นิ้ว	0.50
6 และ 9 นิ้ว	0.60
1 ถึง 8 ฟุต	0.70
10 ถึง 50 ฟุต	0.80

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 เจษฎา แก้วกัลยา ได้ทำการประเมินผลการใช้น้ำชลประทานในระดับแปลงนา ในปี พ.ศ.2529 โดยทำการศึกษาในพื้นที่การส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากำแพงแสน โดยแปลงทดลองอยู่ที่ อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี โดยพบว่าประสิทธิภาพการให้น้ำตลอดฤดูกาลส่งน้ำมีค่าเท่ากับ 75 % โดยเฉลี่ยตลอดฤดูกาล

2.11.2 ณรงค์ศักดิ์ พัวพันธ์ และอรทัย โภยกิจเจริญ ได้ทำการประเมินประสิทธิผลการชลประทานแบบท่วมเป็นผืนของการปลูกหน่อเนเปียร์ ในปี พ.ศ. 2556 โดยประเมินความสม่ำเสมอในการให้น้ำประสิทธิภาพในการให้น้ำ และความเพียงพอในการให้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พบว่าเมื่อให้น้ำโดยมีอัตราอยู่ในช่วง 38.8-58.2 ลิตร/วินาที ประสิทธิภาพการให้น้ำจะเท่ากับ 42.2 % ความสม่ำเสมอในการให้น้ำเท่ากับ 84 % ความเพียงพอในการให้น้ำเท่ากับ 100 %

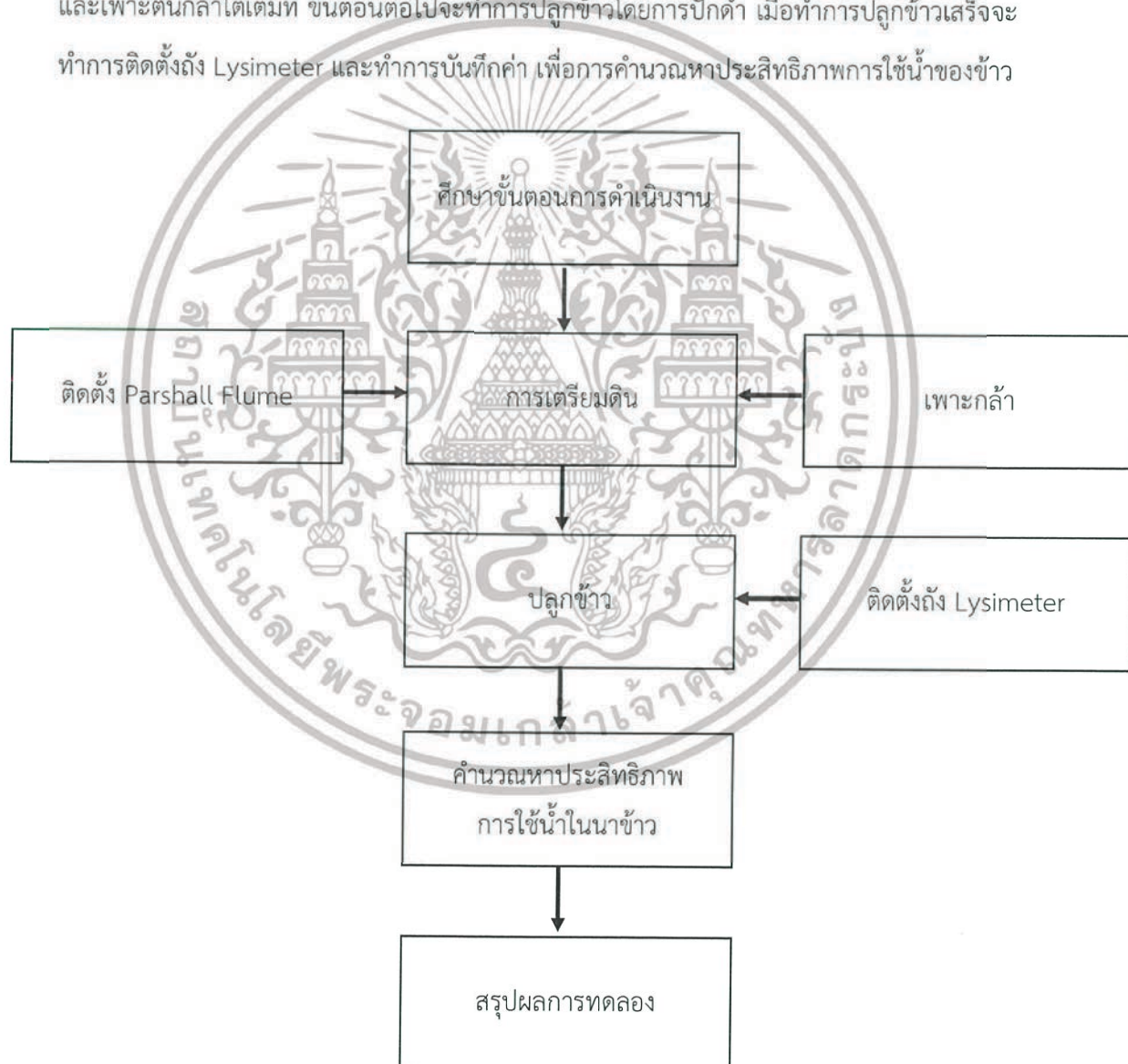
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานจะเริ่มต้นจากการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเตรียมดิน ในระหว่างนั้นจะทำการเพาะกล้าและทำการติดตั้ง Parshall Flume เมื่อเตรียมดินเสร็จและเพาะต้นกล้าโตเต็มที่ ขั้นตอนต่อไปจะทำการปลูกข้าวโดยการปักดำ เมื่อทำการปลูกข้าวเสร็จจะทำการติดตั้งถัง Lysimeter และทำการบันทึกค่า เพื่อการคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าว



รูปที่ 3.1 flowchart ขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือ

- 1.อุปกรณ์ในการเตรียมดิน
- 2.รางวัดน้ำ Parshall flume ขนาด 3 นิ้ว
- 3.ปั้มน้ำ
- 4.Lysimeter
- 5.ถาดวัดการระเหย Class-A pan
- 6.เมล็ดพันธุ์ข้าว (สุพรรณบุรี 1)
- 7.ปุ๋ย

3.3 การเตรียมแปลง

การเตรียมแปลงได้แบ่งออกเป็น 2 แปลง ได้แก่ แปลงไว้สำหรับเพาะกล้าในพื้นที่ขนาด 8x12 เมตร และแปลงสำหรับทำการปลูกข้าวในพื้นที่ขนาด 40x50 เมตร ส่วนการเตรียมดินจะทำในลักษณะเดียวกัน เริ่มจากวิธีการไถตะ เป็นการไถพลิกหน้าดินเพื่อทำลายวัชพืชในนา แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อตากดินให้แห้ง จึงทำการไถแปร เพื่อบ้นดินให้เป็นชั้นเล็กลงเป็นการไถตัดกับรอยไถตะ ทำให้รอยไถตะแตกออกเป็นก้อนเล็ก ๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน อาจไถมากกว่า 1 ครั้ง ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในแปลงนาและปริมาณวัชพืช จึงทำการไถคราด เป็นการคราดเอาวัชพืชออกจากรนาและปรับระดับของพื้นนาให้เรียบเสมอกัน



รูป 3.2 หลังการไถตะ



รูป 3.3 ขณะทำการไถแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4 หลังการไถแปร



รูป 3.5 ทำการไถคราด

3.4 การเพาะกล้าและการปักดำ

นำเมล็ดพันธุ์ไปแช่น้ำไว้ประมาณ 1 คืน นำข้าวขึ้นจากน้ำ ยกข้าวขึ้นจากน้ำให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 1 คืน ให้ข้าวแตกตุ่มตา เมื่อรากงอกแล้วก็จะไปหว่านลงแปลงที่เตรียมไว้สำหรับเพาะกล้า เมื่อต้นกล้ามีอายุ 30 วัน ก็จะถอนต้นกล้าแล้วมัดรวมไว้เป็นกำๆ เนื่องจากปลายยาวจึงตัดปลายใบข้าวเพื่อตอนที่นำไปปลูกลงกล้าจะได้ไม่ล้ม แล้วจึงนำไปปักดำที่แปลงนาที่ได้ทำการเตรียมไว้แล้ว ใช้ต้นกล้า 3-5 ต้นในการปักดำ และระยะห่างของต้นกล้าจะอยู่ที่ 25x25 เซนติเมตร



รูป 3.6 ข้าวที่นำมาแช่น้ำไว้



รูป 3.7 ระหว่างการหว่านข้าว



รูป 3.8 แปลงเพาะกล้าขณะกล้าเริ่มโต



รูป 3.9 แปลงเพาะกล้าขณะกล้ามีความสูง 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.10 ขณะทำการถอนต้นกล้า



รูป 3.11 ขณะทำการเตรียมกล้าปักดำ



รูป 3.12 ขณะทำการปักดำ



รูป 3.13 แสดงระยะห่างระหว่างกอ

3.5 ติดตั้งรางวัดน้ำ (Parshall Fume)

ขั้นแรกขุดดินให้เป็นทางยาว กว้าง 15 ซม. ลึก 20 ซม. เชื่อมคลองส่งน้ำเข้ากับแปลงปลูก หลังจากนั้นตอกไม้ยาว 5-10 ซม. ลงในดินบริเวณที่จะติดตั้ง ทำหน้าที่เป็นเสาเข็ม แล้ววัดให้ได้ระดับเดียวกัน นำ FLUME วางลงในทางน้ำ ติดตั้งโดยให้น้ำที่เข้าแปลงทั้งหมดจะต้องไม่รั่วซึมผ่านด้านข้างของ FLUME นำดินพอกบริเวณด้านข้าง FLUME ให้แน่น



รูป 3.14 ขุดดินทำทางน้ำ



รูป 3.15 ขณะเตรียมไม้สำหรับตอกเป็นเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.16 ปล่องน้ำผ่าน Parshall Flume



รูป 3.17 หลังปล่องน้ำเข้าแปลง

3.6 ติดตั้งถังวัดน้ำ (Lysimeter)

Lysimeter จะติดตั้งไว้ในแปลง โดยถังชนิดกันเปิดสามารถทำการฝังลงได้โดยตรง สำหรับ ถังชนิดกันเปิดจะต้องทำการขุดดินบริเวณที่จะนำมาติดตั้ง นำดินและต้นกล้าลงในถังหลังจากนั้น ปรับให้ถังได้ระดับเดียวกับแปลง ปรับปริมาณน้ำของถังกันปิดให้ใกล้เคียงกันกับแปลง



รูป 3.18 ขณะทำการทาสีกันสนิม Lysimeter



รูป 3.19 ขณะทำการติดตั้ง Lysimeter



รูป 3.20 สเกลในการวัดของ Lysimeter



รูป 3.21 ทำการปักดำข้าวลงใน Lysimeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ติดตั้งถาดวัดการระเหย (Class A pan)

การติดตั้งถาดวัดการระเหยโดยจะทำการตายหญ้ารอบๆออกโดยระยะห่างระหว่างถาดอยู่ที่ 40 เซนติเมตรและทำการวางถาดวัดการระเหยไว้บน Pallet



รูป 3.22 ทำการตายหญ้ารอบถาดวัดการระเหย

รูป 3.23 ทำการติดตั้งถาดวัดการระเหย และวัดระดับน้ำ

3.8 คำนวณเปรียบเทียบการใช้น้ำของข้าว

โดยจะแบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่

3.8.1 หาจากถ่วงวัดการใช้น้ำของข้าว (Lysimeter)

ถ่วงวัดการใช้น้ำของข้าว อุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วยถ่วงขนาดเดียวกัน 4 ถ่วง เป็นถ่วงเปิดหัวและท้ายทั้งสองด้าน 2 ถ่วง และปิดกัน 2 ถ่วง ในแต่ละแบบจะมีอยู่ถึงหนึ่งที่ไม่ปลูกข้าวหรือไม่มีการวัดการคายน้ำ ส่วนการสูญเสียน้ำในถ่วงที่เปิดกันจะมีส่วนหนึ่งที่เป็นการรั่วซึมในแปลงนาด้วย เก็บค่าระดับน้ำในแต่ละถ่วงที่ลดลงจากสเกลในตัวถ่วง เมื่อนำค่าที่วัดได้ของสองถ่วงที่มีความแตกต่างในการวัดเพียงอย่างเดียวมาหักลบกันก็จะได้อัตราการประกอบของปริมาณน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้

3.8.2 การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย (Class-A pan)

ทำการคำนวณโดยใช้สมการ

$$ET = K_p \times E_p \quad (2.10)$$

ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยของถาด Class-A pan และเก็บข้อมูลปริมาณการระเหยจากถาดวัดการระเหย ในหน่วยมิลลิเมตรนำมาเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 คำนวณโดยใช้สมการ Penman Monteith

ทำการคำนวณโดยใช้สมการ

$$ET_p = [0.408\Delta (R_n - G) + \gamma (900 / T - 273) U (E_s - E_a)] / \Delta + \gamma (1 + 0.34U) \quad (3.1)$$

เก็บค่าข้อมูลสภาพอากาศในช่วงที่ข้าวเริ่มตั้งท้องจนถึงสุกแก่ ได้แก่ค่า ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (MJ/m²/day), flux ค่าความร้อนของพื้นดิน (MJ/m²/day) , อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (°C), ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ (kPa /°C), ของ psychrometric (kPa / °C), ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. (m/s), ค่าความต่างของแรงดันไอ (kPa) เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในหน่วยมิลลิเมตร/วันและนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว

3.9 คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว

ทำการคำนวณโดยใช้สมการ

$$WUE = [(ET + P - R_{eff}) / W_a] \times 100 \quad (2.6)$$

โดยที่ปริมาณน้ำที่ข้าวใช้จะหาจากวิธีการทั้ง 3 ที่กล่าวมาข้างต้น อัตราการรั่วซึมของดิน (มิลลิเมตร) หาจากถัง Lysimeter ปริมาณฝนใช้การ จากแหล่งข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้แก่แปลง จาก Parshall flume

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศที่จำเป็นสำหรับการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาได้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน มีนาคมปี 2561 ถึงเดือน มกราคม 2562 (รายเดือน), ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 (รายวัน), อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562, ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 ได้ดังต่อไปนี้

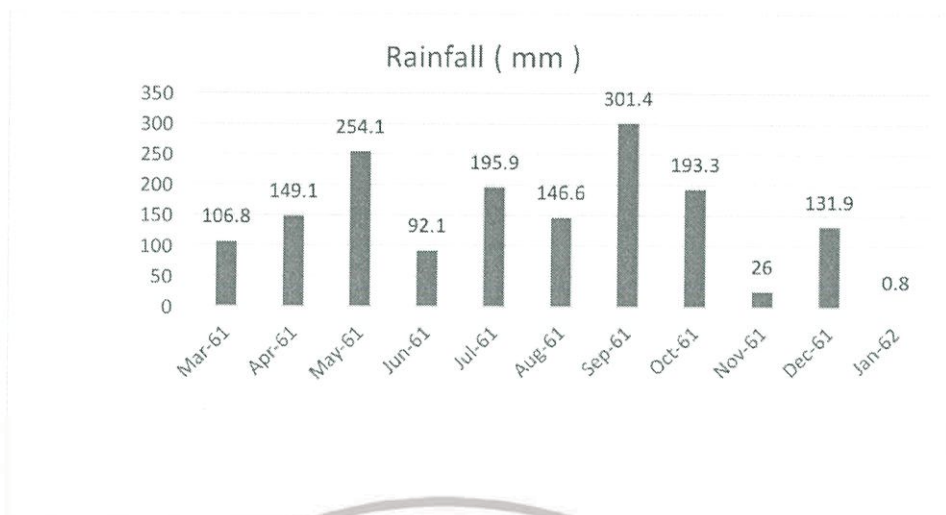
4.1 ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน มีนาคมปี 2561 ถึงเดือน มกราคม 2562 (รายเดือน)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำฝนช่วงเดือน มีนาคม 61 - มกราคม 62 (มิลลิเมตรต่อเดือน)

Month	Rainfall(mm)
Mar-61	106.8
Apr-61	149.1
May-61	254.1
Jun-61	92.1
Jul-61	195.9
Aug-61	146.6
Sep-61	301.4
Oct-61	193.3
Nov-61	26
Dec-61	131.9

จากการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน มีนาคมปี 2561 ถึงเดือน มกราคม 2562 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนทั้งเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ 145.3 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยมีปริมาณสูงสุดในเดือน สิงหาคมปี 2561 อยู่ที่ 304.1 มิลลิเมตรต่อเดือน และต่ำสุดในเดือน มกราคมปี 2562 อยู่ที่ 0.8 มิลลิเมตรต่อเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนช่วงเดือน มีนาคม 61 - มกราคม 62 (มิลลิเมตรต่อเดือน)

4.2 ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 (รายวัน)

ตาราง 4.2 ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 (มิลลิเมตรต่อวัน)

Date	Rainfall(mm)	Date	Rainfall(mm)	Date	Rainfall(mm)
1-Dec	0	1-Jan	0	1-Feb	0
2-Dec	0	2-Jan	0	2-Feb	0
3-Dec	0	3-Jan	0	3-Feb	0
4-Dec	0	4-Jan	0	4-Feb	0
5-Dec	0	5-Jan	0.4	5-Feb	0
6-Dec	0	6-Jan	0	6-Feb	0
7-Dec	9.6	7-Jan	0	7-Feb	0
8-Dec	11.8	8-Jan	0	8-Feb	0
9-Dec	0	9-Jan	0.2	9-Feb	0
10-Dec	0	10-Jan	0	10-Feb	2
11-Dec	0	11-Jan	0	11-Feb	0
12-Dec	0	12-Jan	0	12-Feb	0
13-Dec	0	13-Jan	0	13-Feb	0
14-Dec	0	14-Jan	0	14-Feb	0
15-Dec	0	15-Jan	0	15-Feb	0
16-Dec	0	16-Jan	0	16-Feb	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17-Dec	0	17-Jan	0
18-Dec	0	18-Jan	0
19-Dec	0	19-Jan	0
20-Dec	0	20-Jan	0
21-Dec	0	21-Jan	0
22-Dec	1.4	22-Jan	0
23-Dec	0	23-Jan	0
24-Dec	0	24-Jan	0
25-Dec	0	25-Jan	0
26-Dec	0	26-Jan	0
27-Dec	0	27-Jan	0
28-Dec	3.6	28-Jan	0
29-Dec	5.6	29-Jan	0
30-Dec	0	30-Jan	0
31-Dec	0	31-Jan	0

จากการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งเดือนอยู่ที่ 32 มิลลิเมตร 0.6 มิลลิเมตร และ 2 มิลลิเมตรตามลำดับโดยปริมาณฝนสูงสุดอยู่ในวันที่ 18 ธันวาคมปี 2561 อยู่ที่ 11.8 มิลลิเมตร

4.3 อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562

ตาราง 4.3 อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562

(องศาเซลเซียส)

Date	Tmax	Tmin	Tavg	Date	Tmax	Tmin	Tavg	Date	Tmax	Tmin	Tavg
1-Dec	33.9	24.3	29.1	1-Jan	29.6	21.5	25.55	1-Feb	33.6	25.5	29.55
2-Dec	34.4	25.1	29.75	2-Jan	29.2	20.3	24.75	2-Feb	33.3	24.7	29
3-Dec	34.6	24.5	29.55	3-Jan	28	20.9	19.45	3-Feb	33.4	24.9	29.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4-Dec	34.8	25	29.9	4-Jan	29	22.1	25.55	4-Feb	33.5	25.8	29.65
5-Dec	34.3	25.1	29.7	5-Jan	29	22.8	25.9	5-Feb	33.7	26.3	30
6-Dec	34.2	25.9	30.05	6-Jan	32.7	23.4	28.05	6-Feb	32.7	26.5	29.6
7-Dec	34.7	25.9	30.3	7-Jan	33	23.4	28.2	7-Feb	33.4	26.3	29.85
8-Dec	29	25.1	27.05	8-Jan	31.1	24	27.55	8-Feb	33.3	26.2	29.75
9-Dec	29.9	24.9	27.4	9-Jan	31.9	24.8	28.35	9-Feb	33.5	26.5	30
10-Dec	31.3	24.1	27.7	10-Jan	32.1	24.2	28.15	10-Feb	33.5	26.8	30.15
11-Dec	32.4	24.5	28.45	11-Jan	32.8	24.7	28.75	11-Feb	33.1	27.3	30.2
12-Dec	29.9	24.2	27.05	12-Jan	33.9	24.7	29.3	12-Feb	25.1	24.4	24.75
13-Dec	30.4	21.8	26.1	13-Jan	34	25.5	29.75	13-Feb	35.1	24.6	29.85
14-Dec	30.1	21.8	25.95	14-Jan	33.8	24.9	29.35	14-Feb	33.3	25.5	29.4
15-Dec	31	21.2	26.1	15-Jan	32.9	25.8	29.35	15-Feb	33	26.7	29.85
16-Dec	31.8	21.5	26.65	16-Jan	33	25.4	29.2	16-Feb	32.6	26.7	29.65
17-Dec	30.7	21.8	26.25	17-Jan	32.5	21.5	27				
18-Dec	31.1	22	26.55	18-Jan	31.1	24.7	27.9				
19-Dec	32.8	22.4	27.6	19-Jan	32.6	22.8	27.7				
20-Dec	33.6	22.8	28.2	20-Jan	34.4	22.3	28.35				
21-Dec	33.3	24	28.65	21-Jan	33.3	23.2	28.25				
22-Dec	34.9	25.3	30.1	22-Jan	32.7	24.2	28.45				
23-Dec	34	25.6	29.8	23-Jan	32.9	22.5	27.7				
24-Dec	33.7	24.6	29.15	24-Jan	33.3	20	26.65				
25-Dec	31.1	22.8	26.95	25-Jan	33.7	20.4	27.05				
26-Dec	33.1	22.7	27.9	26-Jan	31.9	21.2	26.55				
27-Dec	34	21.4	27.7	27-Jan	32.2	22.3	27.25				
28-Dec	33.3	23.5	28.4	28-Jan	32.3	20	26.15				
29-Dec	32.1	23.7	27.9	29-Jan	32.1	20.2	26.15				
30-Dec	30.8	23.2	27	30-Jan	33.1	21	27.05				
31-Dec	29.9	21.9	25.9	31-Jan	34.8	22	28.4				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั้งเดือนอยู่ที่ 28.0 องศา 27.50 องศา และ 29.4 องศาตามลำดับ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ปี 2562 อยู่ที่ 30.2 องศา และต่ำสุดอยู่ในวันที่ 3 มกราคมปี 2562 อยู่ที่ 24.45 องศา

4.4 ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562

ตาราง 4.4 ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 (%)

Date	Rh max	Rh min	Rh avg	Date	Rh max	Rh min	Rh avg	Date	Rh max	Rh min	Rh avg
1-Dec	89	53	71	1-Jan	75	50	62.5	1-Feb	98	40	69
2-Dec	87	47	67	2-Jan	75	51	63	2-Feb	95	75	85
3-Dec	88	47	67.5	3-Jan	74	56	65	3-Feb	88	71	79.5
4-Dec	90	47	68.5	4-Jan	82	62	72	4-Feb	90	73	81.5
5-Dec	82	47	64.5	5-Jan	84	64	74	5-Feb	95	57	76
6-Dec	86	44	65	6-Jan	90	60	75	6-Feb	88	61	74.5
7-Dec	86	44	65	7-Jan	92	63	77.5	7-Feb	85	67	76
8-Dec	98	73	85.5	8-Jan	95	79	87	8-Feb	86	65	75.5
9-Dec	98	73	85.5	9-Jan	99	80	89.5	9-Feb	84	58	71
10-Dec	92	60	76	10-Jan	98	66	82	10-Feb	84	54	69
11-Dec	90	55	72.5	11-Jan	96	81	88.5	11-Feb	88	66	77
12-Dec	92	61	76.5	12-Jan	98	47	72.5	12-Feb	83	61	72
13-Dec	82	54	68	13-Jan	91	43	67	13-Feb	89	62	75.5
14-Dec	75	53	64	14-Jan	92	73	82.5	14-Feb	83	60	71.5
15-Dec	79	53	66	15-Jan	96	77	86.5	15-Feb	80	61	70.5
16-Dec	74	53	63.5	16-Jan	96	47	71.5	16-Feb	82	61	71.5
17-Dec	88	51	69.5	17-Jan	86	46	66				
18-Dec	86	47	66.5	18-Jan	81	51	66				
19-Dec	75	47	61	19-Jan	88	45	66.5				
20-Dec	91	56	73.5	20-Jan	88	45	66.5				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21-Dec	90	63	76.5	21-Jan	88	43	65.5
22-Dec	93	51	72	22-Jan	96	40	68
23-Dec	91	48	69.5	23-Jan	68	36	52
24-Dec	91	44	67.5	24-Jan	77	32	54.5
25-Dec	86	47	66.5	25-Jan	94	35	64.5
26-Dec	88	54	71	26-Jan	89	40	64.5
27-Dec	85	56	70.5	27-Jan	73	42	57.5
28-Dec	84	57	70.5	28-Jan	71	44	57.5
29-Dec	94	63	78.5	29-Jan	78	39	58.5
30-Dec	95	58	76.5	30-Jan	83	68	75.5
31-Dec	86	51	68.5	31-Jan	88	81	84.5

จากการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์มีความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยทั้งเดือนอยู่ที่ 70.45 % 70.43 % และ 74.68 % ตามลำดับ โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ในวันที่ 9 มกราคมปี 2562 อยู่ที่ 89.5 % และต่ำสุดอยู่ในวันที่ 19 ธันวาคมปี 2561 อยู่ที่ 61 %

จากการทำโครงการ “การวัดประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว” เราได้ทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำในนาข้าว (WUE) โดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าว (Evapotranspiration) จากการใช้ถังวัดการใช้น้ำ (Lysimeter), เปรียบเทียบจากถาดวัดการระเหย (Class-A pan) และจากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith (FAO-56 Method) การคำนวณนั้นต้องใช้ตัวแปรสภาพอากาศโดยได้ตัวแปรต่างๆทั้งจากการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์โดยตรงและการสืบค้นจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

4.5 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith

จากการคำนวณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) โดยใช้สมการ Penman-Monteith (FAO-56 Method) และตัวแปรสภาพอากาศอันได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด-เฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด-เฉลี่ย ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ย ความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

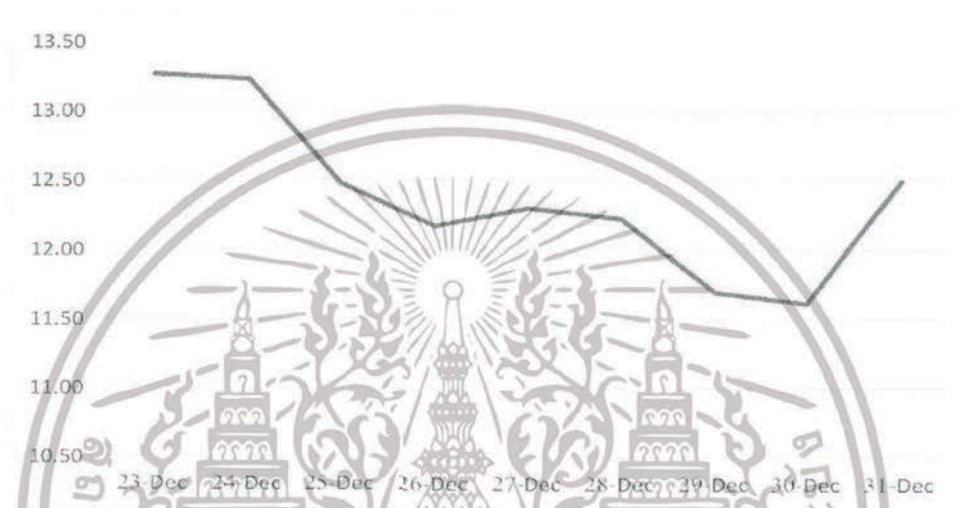
เฉลี่ย ความดันบรรยากาศ ระดับความสูงจากพื้นดิน ละติจูด และ วันที่ตามปฏิทิน Julian ได้ค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.5 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith (mm / day)

Date	ET (mm)	Date	ET (mm)	Date	ET (mm)
1-Dec	7.33	1-Jan	13.56	1-Feb	15.95
2-Dec	7.87	2-Jan	13.01	2-Feb	11.77
3-Dec	7.70	3-Jan	11.27	3-Feb	12.74
4-Dec	7.70	4-Jan	11.82	4-Feb	12.54
5-Dec	8.01	5-Jan	11.99	5-Feb	14.05
6-Dec	8.05	6-Jan	13.11	6-Feb	13.63
7-Dec	7.98	7-Jan	12.76	7-Feb	13.49
8-Dec	6.96	8-Jan	10.69	8-Feb	13.58
9-Dec	7.09	9-Jan	10.55	9-Feb	13.59
10-Dec	8.37	10-Jan	11.93	10-Feb	13.99
11-Dec	9.07	11-Jan	10.82	11-Feb	12.57
12-Dec	7.99	12-Jan	14.88	12-Feb	10.96
13-Dec	8.84	13-Jan	15.82	13-Feb	13.07
14-Dec	8.98	14-Jan	12.48	14-Feb	13.02
15-Dec	10.69	15-Jan	11.56	15-Feb	13.29
16-Dec	11.13	16-Jan	14.89	16-Feb	11.95
17-Dec	10.55	17-Jan	14.94		
18-Dec	11.10	18-Jan	14.77		
19-Dec	12.15	19-Jan	15.60		
20-Dec	10.85	20-Jan	16.31		
21-Dec	10.19	21-Jan	16.14		
22-Dec	12.88	22-Jan	15.25		
23-Dec	13.26	23-Jan	17.51		
24-Dec	13.23	24-Jan	17.90		
25-Dec	12.47	25-Jan	16.77		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26-Dec	12.17	26-Jan	15.60
27-Dec	12.29	27-Jan	17.16
28-Dec	12.22	28-Jan	16.83
29-Dec	11.69	29-Jan	16.24
30-Dec	11.61	30-Jan	13.53
31-Dec	12.49	31-Jan	12.26

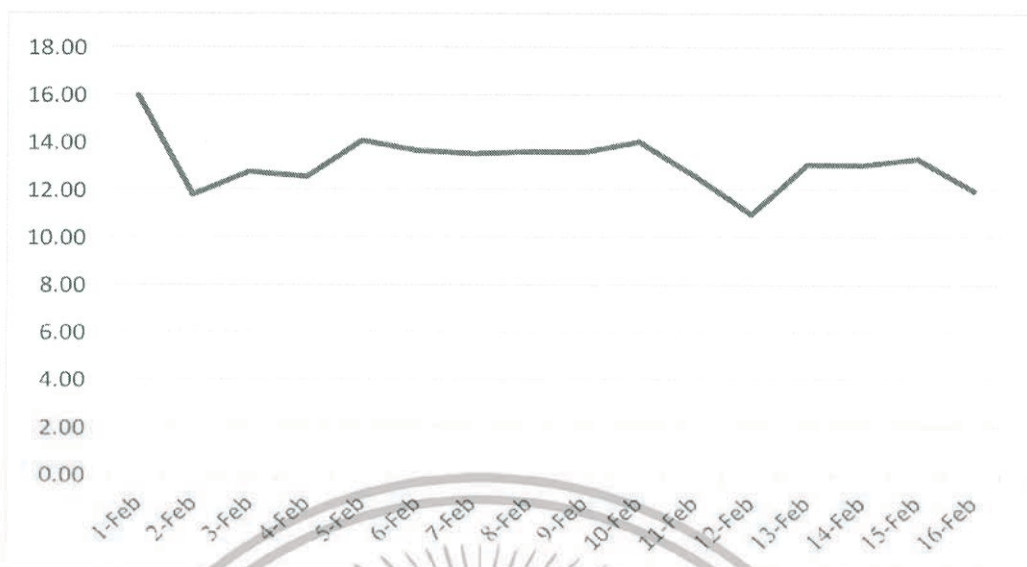


รูป 4.2 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของฟิช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนธันวาคมปี 2561



รูป 4.3 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของฟิช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนมกราคมปี 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.4 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ปี 2561

จากการคำนวณหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) โดยใช้สมการ Penman-Monteith (FAO-56 Method) ในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์มีค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) โดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 10.09 มิลลิเมตร 14.12 มิลลิเมตร และ 13.13 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีปริมาณการใช้น้ำทั้งเดือนอยู่ที่ 312.93 มิลลิเมตร 437.9 มิลลิเมตร และ 210.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชสูงสุดอยู่ในวันที่ 23 มกราคมปี 2562 อยู่ที่ 17.51 มิลลิเมตร และต่ำสุดอยู่ในวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 อยู่ที่ 7.33 มิลลิเมตร ซึ่งช่วงที่มีการใช้น้ำมากนั้นอยู่ในช่วงเดือนมกราคมปี 2562 ในช่วงสัปดาห์ที่ 9 – 11 ในการปลูก

4.6 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) จากถาดวัดการระเหย

จากการคำนวณ ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) จากถาดวัดการระเหย (Class-A Pan) โดยใช้ตัวแปรได้แก่ ปริมาณน้ำที่ระเหยไปจากถาด เปอร์เซ็นต์ของอายุพืช ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความเร็วลม ได้ปริมาณการใช้น้ำของพืชดังตาราง

ตาราง 4.6 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากสถานีวัดการระเหย (mm / day)

Date	ET (mm)	Date	ET (mm)	Date	ET (mm)
1-Dec	9.604	1-Jan	8.8481	1-Feb	7.381
2-Dec	7.26	2-Jan	6.1256	2-Feb	10.309
3-Dec	7.26	3-Jan	7.4869	3-Feb	10.465
4-Dec	6.05	4-Jan	11.261	4-Feb	6.7275
5-Dec	6.05	5-Jan	9.6525	5-Feb	8.2225
6-Dec	4.84	6-Jan	9.295	6-Feb	10.465
7-Dec	2.42	7-Jan	7.605	7-Feb	8.97
8-Dec	1.43	8-Jan	10.985	8-Feb	8.2225
9-Dec	6.6105	9-Jan	9.295	9-Feb	6.7275
10-Dec	8.814	10-Jan	10.14	10-Feb	8.47
11-Dec	9.5485	11-Jan	8.45	11-Feb	7.865
12-Dec	9.5485	12-Jan	10.14	12-Feb	8.58
13-Dec	6.215	13-Jan	10.01	13-Feb	6.435
14-Dec	8.701	14-Jan	9.295	14-Feb	7.15
15-Dec	6.215	15-Jan	10.14	15-Feb	6.435
16-Dec	8.855	16-Jan	9.295	16-Feb	8.58
17-Dec	8.2225	17-Jan	9.295		
18-Dec	5.6925	18-Jan	10.01		
19-Dec	5.6925	19-Jan	8.58		
20-Dec	8.97	20-Jan	7.095		
21-Dec	7.475	21-Jan	7.8045		
22-Dec	5.98	22-Jan	8.514		
23-Dec	5.7915	23-Jan	7.8045		
24-Dec	7.0785	24-Jan	6.3855		
25-Dec	5.148	25-Jan	9.933		
26-Dec	6.8445	26-Jan	9.933		
27-Dec	6.084	27-Jan	9.394		
28-Dec	5.3235	28-Jan	9.394		
29-Dec	8.3655	29-Jan	8.723		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30-Dec	8.8481	30-Jan	9.516
31-Dec	8.1675	31-Jan	8.723

จากการเก็บข้อมูลหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการรั่วซึม จากถังวัดการใช้น้ำของข้าว ในช่วง วันที่ 7 มกราคมปี 2562 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในช่วงวันที่ 1 ธันวาคมปี 2561 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์มีค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) โดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 6.87 มิลลิเมตร 9.01 มิลลิเมตร และ 8.18 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีปริมาณการใช้น้ำทั้งเดือนอยู่ที่ 231.11 มิลลิเมตร 279.13 มิลลิเมตร และ 131.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4.7 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) จากถังวัดการใช้น้ำของข้าว

จากการเก็บข้อมูลจากถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter) โดยใช้ถังทั้งหมด 4 ขนาด ได้ปริมาณการระเหยของน้ำภายในถังซึ่งเมื่อนำมาคำนวณสามารถหาค่าการระเหย (Evaporation) ค่าการคายน้ำ (Transpiration) ซึ่งรวมกันเป็นค่าการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) และได้ค่าการรั่วซึมลงดิน (Percolation) ดังตาราง

ตาราง 4.7 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการรั่วซึม จากถังวัดการใช้น้ำของข้าว (mm / day)

date	E (mm)	T (mm)	ET (mm)	P (mm)	date	E (mm)	T (mm)	ET (mm)	P (mm)
7-Jan	2	12	14	9	1-Feb	2	8	10	11
8-Jan	2	6	8	6	2-Feb	2	7	9	4
9-Jan	3	13	16	2	3-Feb	2	7	9	3
10-Jan	2	5	7	6	4-Feb	1	5	6	6
11-Jan	1	11	12	3	5-Feb	2	7	9	6
12-Jan	4	5	9	3	6-Feb	4	11	15	17
13-Jan	2	10	12	5	7-Feb	3	12	15	9
14-Jan	6	6	12	0	8-Feb	1	16	17	24
15-Jan	5	6	11	2	9-Feb	2	11	13	8
16-Jan	3	13	16	2	10-Feb	2	11	13	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17-Jan	1	8	9	11	11-Feb	2	4	6	10
18-Jan	5	6	11	9	12-Feb	2	14	16	15
19-Jan	4	4	8	10	13-Feb	4	5	9	15
20-Jan	2	4	6	4	14-Feb	3	11	14	9
21-Jan	2	13	15	5	15-Feb	2	13	15	8
22-Jan	2	9	11	3	16-Feb	3	9	12	7
23-Jan	5	12	17	2					
24-Jan	2	17	19	4					
25-Jan	5	12	17	11					
26-Jan	3	8	11	5					
27-Jan	3	8	11	2					
28-Jan	5	12	17	7					
29-Jan	4	13	17	5					
30-Jan	2	15	17	10					
31-Jan	2	11	13	4					

จากการเก็บข้อมูลหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการรั่วซึม จากถังวัดการใช้น้ำของข้าว ในช่วง วันที่ 7 มกราคมปี 2562 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ปี 2562 พบว่าในช่วงเดือน มกราคม และกุมภาพันธ์มีค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) โดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 10.19 มิลลิเมตร และ 6.064 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีปริมาณการใช้น้ำทั้งเดือนอยู่ที่ 316 มิลลิเมตร และ 188 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีค่า ปริมาณการรั่วซึมโดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 2.48 มิลลิเมตร และ 1.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีค่าปริมาณการรั่วซึมทั้งเดือนอยู่ที่ 130 มิลลิเมตร และ 161 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4.8 ประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว (Water Use Efficiency) รายสัปดาห์

การรั่วซึม (Percolation) ปริมาณน้ำที่ให้เข้าสู่แปลง (Water Irrigation) และค่าการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) ซึ่งได้จากเฉลี่ยจากวิธีการข้างต้นทั้ง 3 วิธีพบว่าได้ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว (Water Use Efficiency) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 แสดงประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว (Water Use Efficiency) รายสัปดาห์

Week after planting	Irrigation Water Applied (mm)	Effective Rain fall (mm/week)	Percolation (mm/week)	ETcrop (mm/week)	Weekly WUE (%)
8	200	0.2	34	77.4	55.6
9	150	0	40	79.1	79.4
10	0	0	32	92.4	na
11	200	0	44	85.3	64.6
12	0	2	62	80.2	na
13	0	0	59	73.4	na
14	100	63.3	53	62	51.7
15	0	0	49	47.2	na
16	0	0	30	15.4	na

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนาในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือน ธันวาคม 2561 ถึงเดือน มีนาคม 2562 ทำการปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในแปลงทดลองขนาด 30 x 40 m. และทำการส่งน้ำเข้าแปลงเพาะปลูกเพื่อรักษาระดับน้ำตามความต้องการของข้าวในช่วงต่างๆ การศึกษาในช่วงทำการทดลองพบว่า การรั่วซึมแปลงนามีค่าเฉลี่ย 6.39 mm/day วัดค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าว (ET) โดยตรงจากถังวัดน้ำ (Lysimeter) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.64 mm/day ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญเติบโตของข้าว ปริมาณการใช้น้ำของน้ำที่วัดโดยตรงจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้โดยวิธีของ (Penman-Monteith) ทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนา (WUE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.82 เปอร์เซ็นต์ต่อสัปดาห์ จากการเปรียบเทียบข้อมูลการหาประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนาที่จัดทำโดยกรมชลประทาน (จลอง 2530) ในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าระหว่าง 45 - 74 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำพืช (ET) ควรมีสถานีวิดอากาศติดตั้งในพื้นที่ เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอน และควรทำการหาค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนา (WUE) ทั้ง 2 ฤดูเพื่อทำการเปรียบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

อาจารย์บุญมา ป้านประดิษฐ์. (2546). หลักการชลประทาน (Irrigation Principle). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย ดร.สรารุช รุ่งเมฆารัตน์. การปลูกข้าว.ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาพอากาศย้อนหลัง, 17 กุมภาพันธ์ 2562,

<https://www.tmd.go.th/climate>

Lincoln Zotarelli, Michael D. Dukes, Consuelo C. Romero, Kati W. Migliaccio, and Kelly T. Morgan. Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method). IFAS Extension University of Florida.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับคุณการระเหยจากถาดวัดการระเหย Class A pan เพื่อให้ได้ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

พืช	เปอร์เซ็นต์ของอายุพืช										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ถั่วต่างๆ	0.20	0.30	0.40	0.65	0.85	0.90	0.90	0.80	0.60	0.35	0.20
พืชผลไม้ประเภทส้ม และอาโวคาโด	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.55	0.60	0.55	0.50
ข้าวโพด	0.20	0.30	0.50	0.65	0.80	0.90	0.90	0.85	0.75	0.60	0.50
ฝ้าย	0.10	0.20	0.40	0.55	0.75	0.90	0.90	0.85	0.75	0.55	0.35
ไม้ผลประเภทผลัดใบ	0.20	0.30	0.50	0.65	0.70	0.75	0.70	0.60	0.50	0.40	0.20
ไม้ผลมีพืชคลุมดิน	ค่าเฉลี่ยประมาณ 1.0 ในช่วงที่พืชคลุมดินกำลังโตเต็มที่										
ข้าวฟ่าง	0.20	0.35	0.55	0.75	0.85	0.90	0.85	0.70	0.60	0.35	0.15
ธัญพืชปลูกฤดูใบไม้ ผลิ	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75	0.85	0.90	0.90	0.30
ธัญพืชปลูกฤดูหนาว	0.15	0.25	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.90	0.30
องุ่น	0.15	0.15	0.20	0.35	0.45	0.55	0.55	0.45	0.35	0.25	0.20
ถั่วลิสง	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.60	0.65	0.65	0.60	0.45	0.30
มันฝรั่ง	0.20	0.35	0.45	0.65	0.80	0.90	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90
ข้าว	0.80	0.95	1.05	1.15	1.20	1.30	1.30	1.20	1.10	0.90	0.50
อ้อย	มีค่าอยู่ในช่วงจาก 0.55 ถึง 1.0 ขึ้นอยู่กับอัตราและช่วงการเจริญเติบโต										
พืชผัก -รากลึก	0.20	0.20	0.25	0.35	0.50	0.65	0.70	0.60	0.45	0.35	0.20
-รากตื้น	0.10	0.20	0.40	0.50	0.60	0.60	0.60	0.55	0.45	0.35	0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 สัดส่วนมาตรฐานรางวัดน้ำแบบพาร์แชล (Pharshall Flumes) และช่วงอัตราการไหลผ่านเมื่อการไหลเป็นแบบอิสระ

	W		A		3/4 A		B		C		D		E		T		G		H		K		M		N		P		R		X		Y		Z		FREE-FLOW CAPACITY			
	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	FT.	IN.	MINIMUM	MAXIMUM		
2'	0	1 ³ / ₈	2	0	1	1 ¹ / ₂	1	2	0	3	0	6	11	0	5	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.19
	2	1	4	3	3	0	4	5	3	4	3	8	13	0	6	0	4	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.47				
	3	1	6	3	5	1	6	7	4	5	4	10	15	0	7	0	5	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	1.13				
3'	0	6	2	1	4	2	0	1	3	1	3	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.05	3.9			
	9	2	10	1	10	2	0	1	3	1	10	2	0	1	0	1	6	-	-	-	0	3	1	0	4	1	4	0	2	0	3	-	.09	8.9						
	1	0	4	6	3	0	4	4	2	0	2	9	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	4	10	1	8	2	2	3	-	.11	16.1					
	1	6	4	9	3	2	4	7	2	6	3	4	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	5	6	1	8	2	2	3	-	.15	24.6					
	2	0	5	0	3	4	0	3	1	3	0	11	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	6	1	1	8	2	2	3	-	.42	33.1					
	3	0	5	6	3	8	5	4	2	4	0	5	1	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	7	3	1	8	2	2	3	-	.61	50.4				
	4	0	6	0	4	0	5	10	5	0	6	4	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	8	10	2	0	2	3	-	1.3	67.9						
	5	0	6	6	4	4	6	4	6	0	7	6	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	10	1	2	0	2	3	-	1.6	85.6						
	6	0	7	0	4	8	6	10	7	0	8	9	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	11	3	2	0	2	3	-	2.6	103.5						
7	0	7	5	0	7	4	8	0	9	11	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	12	6	2	0	2	3	-	3.0	121.4								
8	0	8	0	5	4	7	0	9	0	11	1	3	0	2	0	3	0	-	-	3	3	3	3	9	13	8	2	0	2	3	-	3.5	139.5							
4'	10	0	-	6	0	14	0	12	0	15	7	4	0	3	0	6	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	-	0	9	1	0	-	6	200				
	12	0	-	6	8	16	0	14	8	18	4	5	0	3	0	8	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	8	350					
	15	0	-	7	8	25	0	18	4	25	0	6	0	4	0	10	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	8	600					
	20	0	-	9	4	25	0	24	0	30	0	7	0	6	0	12	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	10	1000					
	25	0	-	11	0	25	0	29	4	35	0	7	0	6	0	13	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	15	1200					
	30	0	-	12	8	26	0	34	8	40	4	7	0	6	0	14	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	15	1500					
	40	0	-	15	0	27	0	45	4	50	9	7	0	6	0	16	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	20	3000					
	50	0	-	19	4	27	0	56	8	60	9	7	0	6	0	20	0	-	-	0	6	-	1	1	1	-	-	-	0	9	1	0	-	25	3000					

^a Tolerance on throat width (W) is 1/4 inch; tolerance on other dimensions is 1/32 inch. ^b From U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Circular No. 843.
^c Sidewalls of throat must be parallel and vertical. ^d From Colorado State University Bulletin No. 61. ^e From Colorado State University Bulletin No. 426-A.

หมายเหตุ

1. ความคลาดเคลื่อนในขนาดของคอตที่ยอมให้ไม่เกิน (W) ± 1/64 นิ้ว
2. ความคลาดเคลื่อนในขนาดของส่วนอื่น ไม่เกิน ± 1/32 นิ้ว
3. อัตราการไหลเมื่อน้ำไหลผ่านท่อที่มีขนาดน้อยกว่า 10 ฟุต มีหน่วยเป็น ล.บ.ม./วินาที