

การเปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของข้าวด้วยวิธีปลูกที่ต่างกัน
Comparison of irrigation water requirement of rice with different
planting methods



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของข้าวด้วยวิธีปลูกที่ต่างกัน
Comparison of irrigation water requirement of rice with different
planting methods



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparison of irrigation water requirement of rice with different
planting methods



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR DEGREE OF
AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
2019



COPYRIGHT 2019

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของข้าวด้วยวิธีปลูกที่ต่างกัน

นายนพรัตน์ ต้นประเสริฐ

นายวุฒิเกียรติ นَابัณทิต

นายสิงหราช จันทลุน

ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาหาความต้องการน้ำชลประทานที่ส่งให้กับแปลงนาในช่วงฤดูแล้ง โดยทำการทดลองบริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนมกราคม 2563 ทำการปลูกข้าว พันธุ์เจ๊กเซย 1 ในแปลงทดลองขนาด 20 x 30 ม. จำนวน 2 แปลง ทำการติดตั้งถังวัดน้ำในนาข้าว และถาดวัด การระเหย (Class A pan) เพื่อทำการวัดการรั่วซึม และการระเหยของน้ำในแปลงนา คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของข้าว (ET) จากสมการ $ET = Kc \times ETp$ โดยที่ Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว และ ETp คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยคำนวณได้จากสมการ Penman-Monteith จากผลการทดลองพบว่าในแปลงนา ปักดำการรั่วซึมมีค่าเฉลี่ย 3.74 มม./วัน มีปริมาณการใช้น้ำของข้าวเท่ากับ 4.47 มม./วัน และมีความต้องการน้ำชลประทานเท่ากับ 838.89 ลบ.ม/ไร่ ตามลำดับ สำหรับนาหว่าน การรั่วซึมมีค่าเฉลี่ย 3.67 มม./วัน มีปริมาณการใช้น้ำของข้าวเท่ากับ 4.19 มม./วัน และมีความต้องการน้ำชลประทานเท่ากับ 829.01 ลบ.ม/ไร่ ตามลำดับ การทดลองนี้จะเป็นตัวอย่างการคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของข้าว โดยที่สามารถใช้ได้กับทุกแปลงนา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมการจัดสรรความต้องการน้ำชลประทานในการปลูกข้าว ในฤดูเพาะปลูกถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparison of irrigation water requirement of rice with different planting methods

NOPPHARAT TANPRASERT

WUTTIKIAT NABANDIT

SINGHARAT JANTHALOON

Ass.Prof.Songvoot Sangchan Advisor

Academic Year 2019

Abstract

The objective of this project was to study irrigation water requirement of rice which delivered to paddy field during dry season during November 2019 – January 2020. This study was conducted at experimental field of Agricultural Engineering Department, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL). Rice (Jekchai 1 variety) was planted by seeding and sowing in 2 experimental fields which has an area 20 x 30 meters. Rice lysimeters and Class A pan were installed for determine percolation and evaporation. And evapotranspiration (ET) was computed by using equation $ET = Kc \times ETp$ which Kc is crop coefficient and ETp is reference crop evapotranspiration which computed by using Penman-Monteith equation. From the experiment found that, for seeding planted the average percolation was 3.75 mm/day, rice evapotranspiration was 4.47 mm/day and irrigation water requirement was 837.89 cum/rai, respectively. For sowing planted, the average percolation was 3.67 mm/day, rice evapotranspiration was 4.19 mm/day and irrigation water requirement was 829.01 cum/rai, respectively. This study will be a guideline for calculation of irrigation water requirement which can be used in any paddy field. It will be useful for preparing irrigation water requirement in the next crop season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการทดลองเรื่อง การเปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของข้าวด้วยวิธีการปลูกที่ต่างกัน สำเร็จลุล่วงไปได้โดยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งทางกลุ่มผู้ทำโครงการต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ความกรุณาและความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาและสอนสิ่งต่างๆมากมายในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณเข้ม สมรูป(พี่อ้อด) ที่กรุณาให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาและความร่วมมือในระหว่างการปฏิบัติงานทดลองนี้ คุณณกฤษณ์ ผลโพธิ์(พี่แอ้) และ คุณธราธิป นวมยากุล(พี่โต้) ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอบคุณ เพื่อนและพี่น้อง ในภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช

บทที่	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ที่มาและความสำคัญ	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. ขอบเขตการศึกษา	2
4. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
5. ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1. พันธุ์ข้าว	3
2. วิธีการปลูกข้าว	3
3. ความต้องการน้ำชลประทานสำหรับข้าว	7
4. ปริมาณการใช้น้ำของพืช	8
5. การใช้น้ำของพืชอ้างอิง	8
6. ปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย	9
7. ถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter)	10
8. อัตราการไหลของน้ำ (Discharge)	10
9. ปริมาณฝนใช้การ	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง	14
1. ขั้นตอนการดำเนินงาน	14
2. เครื่องมือ	15
3. การเตรียมแปลง	15
4. การเพาะต้นกล้าและการปักดำ	16
5. ติดตั้งรางวัดน้ำ(Parshall Flume)	17
6. ติดตั้งถังวัดน้ำ(Lysimeter)	17
7. ติดตั้งถาดวัดการระเหย(Class-A Pan)	18
8. คำนวณเปรียบเทียบการใช้น้ำของข้าว.....	18
9. คำนวณความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมดในนาข้าว.....	19
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	20
4.1 ปริมาณน้ำฝนเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม.....	20
4.2 อุณหภูมิเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม.....	22
4.3 ความชื้นสัมพัทธ์เดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม.....	23
4.4 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช.....	25
4.5 เปรียบเทียบค่าความต้องการน้ำชลประทานของข้าว.....	28
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	29
5.1 สรุป.....	29
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	29
บรรณานุกรม.....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 4.1 ปริมาณน้ำฝนช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม.....	20
ตาราง 4.2 อุณหภูมิในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม.....	22
ตาราง 4.3 ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม.....	23
ตาราง 4.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืช.....	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ถาดวัดการระเหย Class-A Pan.....	9
รูปที่ 2.2 ถังวัดการใช้น้ำของข้าว.....	10
รูปที่ 2.3 รางวัดน้ำแบบพาร์แชล.....	11
รูปที่ 3.1 flowchart ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	14
รูปที่ 3.2 การไถตะ.....	15
รูปที่ 3.3 การไถแปร.....	15
รูปที่ 3.4 การไถคราด.....	16
รูปที่ 3.5 ข้าวที่นำมาแช่น้ำไว้.....	16
รูปที่ 3.6 ระหว่างการหว่านข้าว.....	16
รูปที่ 3.7 มัดกล้ารวมเป็นกำๆ.....	16
รูปที่ 3.8 ขณะทำการปักดำ.....	16
รูปที่ 3.9 ขุดดินทำทางน้ำ.....	17
รูปที่ 3.10 ติดตั้งParshall Flume.....	17
รูปที่ 3.11 ปล่อยน้ำผ่านพาร์แชล.....	17
รูปที่ 3.12 หลังปล่อยน้ำเข้าแปลง.....	17
รูปที่ 3.13 ติดตั้ง Lysimeterในแปลงนาดำ.....	18
รูปที่ 3.14 ติดตั้ง Lysimeterในแปลงนาหว่าน.....	18
รูปที่ 3.15 ทำการติดตั้งถาดวัดการระเหย.....	18
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชเดือนพฤศจิกายน.....	26
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชเดือนธันวาคม.....	27
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชเดือนมกราคม.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การปลูกข้าวในประเทศไทยมีวิธีการแบ่งเขตการปลูกข้าวแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือใช้น้ำฝน และน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินหรือชลประทาน การปลูกข้าวในพื้นที่อาศัยน้ำฝน การควบคุมปริมาณน้ำ หรือจัดการน้ำในแปลงนาให้มีความสัมพันธ์กับช่วงอายุการเจริญเติบโตของข้าวผู้ปลูกข้าวในเขตใช้น้ำฝนจะต้องทราบและศึกษาสภาพภูมิอากาศ ในพื้นที่แต่ละแหล่งปลูกเป็นอย่างดีเพื่อจัดการปลูกภายใต้ความสัมพันธ์ของดิน น้ำ พืช เป็นไปอย่างใกล้ชิดมาก เพื่อให้การผลิตข้าวได้รับผลผลิตตามความต้องการ แต่ในบางปีที่เกิดผลกระทบสภาพการแปรปรวนของฝน เช่นฝนตกน้อยหรือมากเกินไป หรือมีการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมออาจส่งผลกระทบต่ออายุการเจริญเติบโตของข้าวและมีผลทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ ส่วนการปลูกข้าวที่ใช้ น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินหรือชลประทานนั้น แม้บางปีที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อย การผลิตข้าวในเขตชลประทานย่อมได้รับผลกระทบเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการน้ำที่ดี ต้องทราบการใช้น้ำของข้าวตลอดช่วงการเพาะปลูก การสูญเสีย และความต้องการน้ำเพื่อการอื่นเช่น การเตรียมแปลง และการตกกล้า เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อที่จะจัดสรรน้ำชลประทานให้กับพื้นที่เพาะปลูกในปริมาณที่ต้องการของแต่ละช่วงฤดูการปลูก

การปลูกข้าวในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี การปลูกข้าวไร่ การปลูกข้าวนาดำ และการปลูกข้าวนาหว่าน ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์จะศึกษาหาความต้องการน้ำชลประทานในการเพาะปลูกข้าว โดยที่จะพิจารณาเฉพาะการปลูกข้าวนาดำ และการปลูกข้าวนาหว่านเท่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานในช่วงการเพาะปลูกแต่ละเดือน ด้วยวิธีการปลูกข้าวนาดำ และกาปลูกข้าวนาหว่าน การทดลองนี้จะเป็นตัวอย่างการคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของข้าว โดยที่สามารถใช้ได้กับทุกแปลงนา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมการจัดสรรความต้องการน้ำชลประทานในการปลูกข้าวในฤดูเพาะปลูกถัดไป

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ทำการปลูกข้าวนาดำ และปลูกข้าวนาหว่าน พันธุ์เจ๊กเซย 1 บนพื้นที่ 2 แปลง ขนาดแปลงละ 20x30 เมตร เท่าๆกัน บริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

1.3.2 ติดตั้งถาดวัดการระเหย Class A pan เพื่อวัดการระเหยของน้ำในแปลง และ Rice Lysimeter เพื่อวัดการรั่วซึมของน้ำในแปลง และการใช้น้ำของข้าว

1.3.3 เปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของแต่ละเดือนในการปลูกข้าวนาดำ และปลูกข้าวนาหว่าน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อทราบปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของแต่ละเดือนในการข้าวด้วยวิธีการปลูกแบบนาดำ กับ การปลูกแบบนาหว่าน การทดลองนี้จะเป็นตัวอย่างการคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของข้าว โดยที่สามารถใช้ได้กับทุกแปลงนา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมการจัดสรรความต้องการน้ำชลประทานในการปลูกข้าวในฤดูเพาะปลูกถัดไป

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนดำเนินงาน	ปี / เดือน									
	พ.ศ.2562					พ.ศ.2563				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาข้อมูลและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	↔									
2.เตรียมแปลงปลูก,เพาะต้นกล้า	↔	→								
3.เริ่มดำเนินการเพาะปลูกและติดตั้งเครื่องมือ			↔	→						
4.เก็บข้อมูลการทดลอง			←	→		→				
5.วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวิธีการปลูก							←	→		
6.สรุปผลพร้อมเขียนรายงาน								↔		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พันธุ์ข้าว

ข้าวสายพันธุ์ แจ็กเซย์1 ชนิด ข้าวเจ้า ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง เหลืองทองนาปริง กับ IR8 ประวัตินธุ์ เป็นพันธุ์ที่คัดเลือกมาจากข้าวพันธุ์แจ็กเซย์พื้นเมือง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีชื่อเสียงของ อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จึงได้เริ่มต้นปรับปรุงพันธุ์ในฤดูนาปีพ.ศ. 2545 โดยเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวจากแปลง เกษตรกร ในจังหวัดสระบุรี จำนวน 34 ตัวอย่างสายพันธุ์ ทำการปลูกคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) ได้สายพันธุ์ PTT02019 แล้วคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection) จนได้สายพันธุ์บริสุทธิ์ PTT02019-1 ใน ฤดูนาปีพ.ศ. 2546 ปลูกทดสอบผลผลิตในแปลงเกษตรกร ทดสอบปฏิกิริยาต่อโรคและแมลง ที่สำคัญทดสอบการ ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและทางเคมี คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์กรมการ ข้าว มีมติรับรองพันธุ์ ชื่อ แจ็กเซย์1 เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูก เมื่อวันที่ 26 กันยายน 2551 ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง มีความสูงเฉลี่ย 160-170 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว ใบธงหักลง คอรวงยาว เมล็ด ข้าวเปลือกสีฟาง ขนสั้น เมล็ดข้าวเปลือก ยาวxกว้างxหนา = 10.3x2.5x2.0 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้องยาวxกว้างx หนา = 7.7x2.1x2.7 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลสสูง 27.1% คุณภาพข้าวสุกค่อนข้างแข็ง ผลผลิตประมาณ 812 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่น สามารถปลูกในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในเรื่องน้ำท่วมเนื่องจากเป็นข้าวต้นสูงและทนน้ำ ท่วมได้ดีกว่าข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงในพื้นที่เดียวกัน ไม่ต้านทานต่อโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และเพลี้ยกระโดดสี น้ำตาล

2.2 วิธีการปลูกข้าว

การปลูกข้าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง ได้แก่ การทำนาหยอดและการทำ นาหว่าน และ การเพาะเมล็ดในที่หนึ่งก่อน แล้วนำต้นอ่อนไปปลูกในที่อื่นๆได้แก่ การทำนาดำ

2.2.1 การเตรียมดิน

ก่อนทำการปลูกต้องทำการเตรียมดินเพื่อใช้สำหรับปลูกข้าว โดยมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การไถตะ คือ การไถครั้งแรกเพื่อทำลายวัชพืชในนาและพลิกหน้าดิน แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ให้พืชแห้งตาย จากนั้นจึงทำการไถแปร
2. การไถแปร คือ การไถเพื่อตัดกับรอยไถตะ ทำให้รอยไถตะแตกออกเป็นก้อนเล็กๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน อาจไถมากกว่า 1 ครั้งขึ้นอยู่กับระดับน้ำในแปลงนาและปริมาณวัชพืช จึงทำการไถคราด
3. การไถคราด คือ การคราดเอาวัชพืชออกจากนาและปรับระดับของพื้นนาให้เรียบเสมอ

2.2.2 การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง

การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงจะประกอบไปด้วย การทำนาหยอดและการทำนาหว่าน

2.2.2.1 การทำนาหยอด ใช้กับการปลูกข้าวไร่ตามเชิงเขาหรือในที่สูง วิธีการปลูก หลังการเตรียมดินให้ขุดหลุมหรือทำร่อง แล้วจึงหยอดเมล็ดลงในหลุมหรือร่อง จากนั้นกลบหลุมหรือร่อง เมื่อต้นข้าวงอกแล้วต้องดูแลกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช

2.2.2.2 การทำนาหว่าน ทำในพื้นที่ควบคุมน้ำได้ลำบาก วิธีหว่าน ทำได้ 2 วิธี คือ การหว่านข้าวแห้งและการหว่านข้าวงอก

- การหว่านข้าวแห้ง แบ่งตามช่วงระยะเวลาของการหว่านได้ 3 วิธี คือ

1. การหว่านหลังซีไถ ใช้ในกรณีที่ฝนมาล่าช้าและตกชุก มีเวลาเตรียมดินน้อย จึงมีการไถตะเพียงครั้งเดียวและไถแปรอีกครั้งหนึ่ง แล้วหว่านเมล็ดข้าวลงหลังซีไถ เมล็ดพันธุ์อาจเสียหายเพราะหนู และอาจมีวัชพืชในแปลงนามาก
2. การหว่านคราดกลบ เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด จะทำหลังจากที่ไถแปรครั้งสุดท้ายแล้วคราดกลบ จะได้ต้นข้าวที่งอกสม่ำเสมอ

3. การหว่านไถกลบ มักจะทำเมื่อถึงระยะที่ต้องหว่าน แต่ฝนยังไม่ตกและดินมีความชื้นพอสมควร หว่านเมล็ดข้าวหลังซีไถแล้วไถแปรอีกครั้ง เมล็ดข้าวที่หว่านจะอยู่ลึกและเริ่มงอกโดยอาศัยความชื้นในดิน

- การหว่านข้าววงอก (หว่านน้าตม) เป็นการหว่านเมล็ดข้าวที่ถูกเพาะให้รากงอกก่อนที่จะนำไปหว่านในที่ที่มีน้ำท่วมขัง เพราะหากไม่เพาะเมล็ดก่อน เมื่อหว่านแล้วเมล็ดข้าวอาจเน่าเสียได้ การเพาะข้าวทอดกล้า ทำโดยการเอาเมล็ดข้าวใส่กระบุง ไปแช่น้ำเพื่อให้เมล็ดที่มีน้ำหนักเบาหรือลีบลอยขึ้นมาแล้วคัดทิ้ง แล้วนำเมล็ดถ่ายลงในกระบุงที่มีหญ้าแห้งกรุไว้ หมั่นรดน้ำเรื่อยไปอย่าให้ข้าวแตกหน่อ แล้วนำไปหว่านในที่นาที่เตรียมดินไว้

2.2.3 การทำนาดำ

เรียกว่า การปักดำ ซึ่งมีวิธีการปลูกแบ่งออกได้เป็น 2 ตอน ตอนแรกได้แก่การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และตอนที่สองได้แก่การถอนต้นกล้าเอาไปปักดำในนาพินใหญ่ หลังจาการเตรียมแปลงมีขั้นตอนดังนี้

(1) การตกกล้า

- การตกกล้าในดินเปียก จะต้องเลือกพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีเป็นพิเศษ สามารถป้องกันนกและหนูที่จะเข้าทำลายต้นกล้าได้เป็นอย่างดี และมีน้ำเพียงพอกับความต้องการ การเตรียมดินมีการไถตะ ไถแปร และการไถคราด แต่ต้องยกเป็นแปลงสูงกว่าระดับน้ำในพินน้านั้นประมาณ 3-5 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เมล็ดที่หว่านลงไปจมน้ำและดินนั้นเปียกชุ่มอยู่เสมอด้วย เมล็ดพันธุ์ที่เอามาตากกล้าจะต้องเป็นเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ปราศจากเชื้อโรคต่างๆด้วยเหตุนี้ ทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์เสียก่อนโดยแยกเอาเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ เอาเมล็ดที่ต้องการตกกล้าใส่ถุงผ้าไปแช่น้ำ 12-24 ชั่วโมง แล้วเอาขึ้นมาวางไว้บนแผ่นกระดานในที่ที่มีลมถ่ายเทสะดวก และเอาผ้าหรือกระสอบเปียกน้ำคลุมไว้นาน 36-48 ชั่วโมง ซึ่งเรียกว่าการหุ้ม หลังจากที่ได้หุ้มเมล็ดไว้ครบ 36-48 ชั่วโมง เมล็ดข้าวก็จะงอกจึงเอาไปหว่านลงบนแปลงกล้าที่ได้เตรียมไว้ ก่อนที่จะหว่านเมล็ดลงบนแปลงกล้า ควรใส่ปุ๋ยพวกที่ให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเสียก่อน และใช้ไม้กระดานลูบแปลงเพื่อกลบปุ๋ยลงไปในดิน หากดินตื้นอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย ปกติใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 40-50 กิโลกรัมต่อเนื้อที่แปลงกล้าหนึ่งไร่ เมื่อต้นกล้าอายุครบ 25-30 วัน นับจากวันหว่านเมล็ด ต้นกล้าก็จะมีขนาดโตพอที่จะถอนเอาไปปักดำได้ การตกกล้าแบบนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในการทำนาดำในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตกกล้าในดินแห้ง ในกรณีที่ชาวบ้านไม่มีน้ำเพียงพอสำหรับการตกกล้าในดินเปียก ชาวนาอาจทำการตกกล้าบนที่ดินซึ่งไม่มีน้ำขัง โดยเอาเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ที่ยังไม่ได้เพาะให้งอกไปโรยไว้ในแถวที่เปิดเป็นร่องเล็กๆ ขนาดแถวยาวประมาณ 1 เมตร จำนวนหลายแถว แล้วกลบด้วยดินเพื่อป้องกันนกและหนู หลังจากนั้นก็รดน้ำแบบรดน้ำผักวันละ 2 ครั้ง เมล็ดก็จะงอกขึ้นมาเป็นต้นกล้าเหมือนกับการตกกล้าในดินเปียก ปกติใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 7-10 กรัมต่อหนึ่งแถวที่มีความยาว 1 เมตร และแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากโรยเมล็ดและกลบดินแล้ว ควรหว่านปุ๋ยพวกที่ให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลงไปด้วย

(2) การปักดำ

การปักดำ เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วัน จากการตกกล้าในดินเปียกหรือดินแห้ง ก็จะโตพอที่จะถอนเอาไปปักดำ ขั้นแรกให้ถอนต้นกล้าขึ้นมาจากแปลงแล้วมัดรวมกันเป็นมัดๆ ถ้าต้นกล้าสูงมากก็ตัดปลายใบทิ้ง สำหรับต้นกล้าที่ได้มาจากการตกกล้าในดินเปียก จะต้องสลัดเอาดินโคลนที่รากออกด้วย แล้วเอาไปปักดำในพื้นที่นาที่เตรียมไว้ พื้นที่นาที่ใช้ปักดำควรมีน้ำขังอยู่ประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพราะต้นข้าวอาจถูกลมพัดจนพับลงได้ในเมื่อนานนั้นไม่มีน้ำอยู่เลย ถ้าระดับน้ำในนานั้นลึกมาก ต้นข้าวที่ปักดำอาจจมน้ำในระยะแรก และทำให้ต้นข้าวจะต้องยึดต้นมากกว่าปกติ จนมีผลให้แตกกออ่อนๆ การปักดำจะให้ผลผลิตสูงจะต้องปักดำให้เป็นแถวเป็นแนว และมีระยะห่างระหว่างกอมากพอสมควร โดยทั่วไปแล้วการปักดำมักใช้ต้นกล้าจำนวน 3-4 ต้นต่อกอ ระยะปลูกหรือปักดำ 25x25 เซนติเมตร ระหว่างกอและระหว่างแถว

2.2.4 การเก็บเกี่ยว

เมื่อดอกข้าวได้บานและมีการผสมเกสรแล้วหนึ่งอาทิตย์ ภายในที่ห่อหุ้มด้วย lomma และ palea ก็ จะเริ่มเป็นแป้งเหลืองสีขาว ในอาทิตย์ที่สองแป้งเหลวนั้นก็จะแห้งกลายเป็นแป้งค่อนข้างแข็ง และ ในอาทิตย์ที่สาม แป้งก็จะแข็งตัวมากยิ่งขึ้นเป็นรูปร่างของเมล็ดข้าวกล้อง แต่มันจะแก่เก็บเกี่ยวได้ในอาทิตย์ที่สี่นับจากวันที่ผสม เกสร จึงเป็นที่เชื่อถือได้ว่า เมล็ดข้าวจะแก่พร้อมเก็บเกี่ยวได้หลังจากออกดอกแล้วประมาณ 28-30 วัน

2.2.5 การนวดข้าว

หลังจากตากข้าว ชาวนาจะขนเข้ามาในลานนวด จากนั้นก็นวดเอาเมล็ดข้าวออกจากรวง บางแห่งใช้ แรงงานคน บางแห่งใช้ควายหรือวัวย่ำ แต่ปัจจุบันมีเครื่องนวดข้าวมาช่วยในการนวด

2.2.6 การเก็บรักษา

ให้มีการสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณ และ คุณภาพ ในด้านปริมาณ มีการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจาก นก หนู แมลงในโรงเก็บ และการหายใจของเมล็ด ส่วนด้านคุณภาพ เช่น เกิดข้าวเมล็ดเหลือง เกิดกลิ่นเหม็นอับ และมีสิ่งสกปรกเจือปนมาก การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไป ควรเก็บรักษาไว้ในสภาพและโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น)

2.3 ความต้องการน้ำชลประทานสำหรับข้าว

การหาความต้องการน้ำชลประทานสำหรับนาข้าว โดยใช้หลักความสมดุลของน้ำในแปลงนาซึ่งมีตัวแปรต่างๆ ดังสมการแสดงในสมการได้ว่า

$$W_n + Re = ET + LP + PS \quad (2.1)$$

$$W_n = ET + LP + PS - Re \quad (2.2)$$

โดยที่ W_n = ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (มม.)

Re = ปริมาณฝนใช้การ (มม.)

ET = ปริมาณการใช้น้ำของข้าว (มม.)

LP = ปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมแปลง (มม.)

PS = ปริมาณน้ำรั่วซึมในแปลงนา (มม.)

จากสูตร $W_p = (W_n / E_a) \times 100 \quad (2.3)$

โดยที่ W_p = ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ทั้งหมดกับแปลง (มม.)

E_a = ประสิทธิภาพการให้น้ำ (%)

2.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ปริมาณน้ำใช้การของพืช (Evapotranspiration) เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญหายไปเนื่องจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ 1) การระเหย (Evapotranspiration) คือปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะที่ทำการให้หรือในขณะที่มีน้ำขังอยู่ รวมถึงจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบ เนื่องจากฝนหรือการให้น้ำ 2) การคายน้ำ (Transpiration) คือปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดินเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อ แล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ

ผลรวมของทั้งสองนี้เรียกว่า “การคายระเหย” (Evapotranspiration, ET) ปริมาณการใช้น้ำของพืช คำนวณได้โดยใช้สมการ

$$ET = K_c \times ET_p \quad (2.4)$$

โดยที่

ET = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม.)

K_c = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_p = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม.)

2.5 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง

โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศอาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน สูตรที่ใช้คำนวณนั้นมีตั้งแต่สูตรเอมไพริคัลอย่างง่าย ๆ ซึ่งต้องการข้อมูลเพียงอย่างเดียวหรือสองอย่าง จนกระทั่งถึงสูตรที่ต้องการข้อมูลหลายอย่างและมีการคำนวณยุ่งยากมาก คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการนั้น จะต้องพิจารณาจากลักษณะของงาน ความละเอียดถูกต้องที่ต้องการข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และเครื่องมือเครื่องใช้ที่จะนำมาใช้วัดข้อมูล เป็นต้น วิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชที่จะกล่าวถึงมี

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

2.6 ปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย

ถาดวัดการระเหยที่นิยมใช้ทั่วไปและเป็นที่ยอมรับของ World Meteorological Organization ก็คือถาด U.S. Weather Bureau Class A หรือเรียกว่า Class-A pan สภาพภูมิอากาศเช่น อุณหภูมิ รังสีอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ฯลฯ มีผลต่อการระเหยของน้ำในถาดวัดการระเหยทั้งสิ้น โดยสามารถคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชหากเทียบจากถาดวัดการระเหยได้ดังนี้

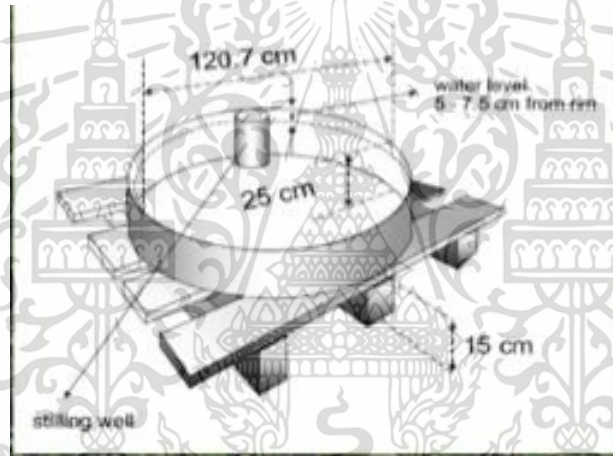
$$ET = K_p \times E_p \quad (2.5)$$

โดยที่

ET = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม.)

K_p = ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยของถาด Class-A pan

E_p = ปริมาณการระเหยจากถาดวัดการระเหย (มม.)

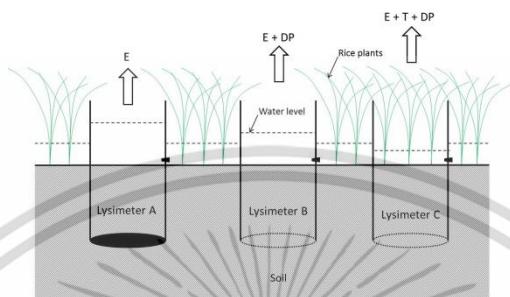


รูปที่ 2.1 ถาดวัดการระเหย Class-A Pan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter)

ถังแบบนี้ออกแบบไว้สำหรับวัดการใช้น้ำของข้าวโดยเฉพาะ คือนอกจากจะวัดการระเหย (E) และการคายน้ำ (T) แล้วยังสามารถวัดการรั่วซึมในแปลงนา (P) ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาให้ข้าวด้วย ระดับน้ำในแต่ละถังที่ลดลงวัดด้วยตะขอวัดระดับน้ำ (Hook gage)



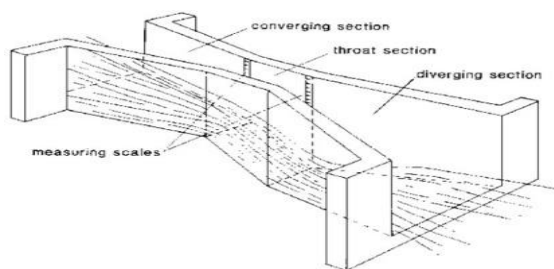
รูปที่ 2.2 ถังวัดการใช้น้ำของข้าว (Rice Lysimeter)

2.8 การวัดอัตราการไหลของน้ำ (Discharge) ในแปลงนา

2.8.1 รางวัดน้ำแบบพาร์แชล

รางวัดน้ำแบบพาร์แชล เป็นรางวัดน้ำที่ออกแบบโดย Mr. Ralph L. Parshall เพื่อใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด รูปร่างลักษณะของรางวัดน้ำแบบพาร์แชลประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนด้วยกันคือ

1. ทางผายเข้า (Converging Section) เป็นทางเข้าที่ผนังของรางซึ่งอยู่ในแนวตั้งเริ่มบีบตัวจากกำแพงปีกซึ่งกางเต็มความกว้างของทางน้ำให้แคบเข้า พื้นของรางส่วนนี้อยู่ในแนวราบแต่อยู่สูงกว่าพื้นส่วนอื่น
2. ส่วนคอ (Throat Section) เป็นส่วนที่แคบที่สุดซึ่งผนังของรางบีบเข้ามาเป็นแนวขนานกัน ความกว้างของส่วนคอกนี้จะเท่ากันตลอด แต่พื้นรางจะลาดลงต่ำกว่าพื้นของทางผายเข้า ความกว้างของส่วนคอเป็นค่าที่ใช้บอกขนาดของรางวัดน้ำแบบนี้
3. ทางผายออก (Diverging Section) เป็นส่วนที่ผายออกจากส่วนคอกออกไปพบกำแพงปีกด้านท้ายน้ำ ซึ่งจะผายออกไปเท่ากับความกว้างของทางน้ำตามเดิม ระดับพื้นของส่วนนี้จะลาดจากส่วนคอขึ้นไปหาระดับพื้นท้องน้ำ แต่ปลายของส่วนนี้ยังคงอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นของทางผายเข้า



รูปที่ 2.3 รางวัดน้ำแบบพาร์เซล

หลักการเบื้องต้นของรางวัดน้ำ รางวัดน้ำเป็นอาคารวัดน้ำที่สร้างขึ้นหรือติดตั้งไว้ในทางน้ำโดยแนวศูนย์กลางตามยาวของรางกับของทางน้ำทับกัน แต่ขนาดของรางน้ำจะถูกบีบให้แคบกว่าด้วยผนังของรางทั้งสองข้าง หรือด้วยการยกพื้นรางให้สูงขึ้น หรือทั้งสองอย่าง เพื่อให้อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความลึกของรางวัดน้ำในรางนั้น

ทฤษฎีทางชลศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบรางวัดน้ำคือ ทำให้ความเร็วของกระแส น้ำขณะไหลเข้ามาในรางเพิ่มขึ้นโดยการบีบทางน้ำให้แคบเข้า จนกระทั่งได้ความเร็ววิกฤติ(Critical velocity) หรือ เร็วกว่าที่บริเวณส่วนที่แคบที่สุด แล้วคายออกจนกระทั่งการไหลเป็นไปอย่างปกติอีกครั้ง ตามหลักการข้างต้น อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำจะคำนวณได้โดยสมการ

$$Q = KH^n \quad (2.6)$$

โดยที่

- Q = อัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำ (ลบ.ม/ชม.)
- K, n = เป็นค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของราง
- H = เสด หรือความลึกของน้ำเหนือพื้นรางวัดน้ำ (ม.)

ในเมื่อ Q เป็นอัตราการไหลผ่านรางวัดน้ำ K เป็นสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของราง และ จุดที่ทำกรวัดเสดหรือความลึกของน้ำในราง H เป็นเสด หรือความลึกของน้ำเหนือพื้นรางวัดน้ำ ถ้าพื้นรางมีหลายระดับก็วัดจากพื้นที่อยู่สูงที่สุด และ n เป็นค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของรางเช่นเดียวกัน

2.9 ปริมาณฝนใช้การ

ฝนใช้การ (Effective Rainfall) หมายถึง ส่วนของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกนั้น เป็นต้นว่าพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือสามารถทดแทนน้ำชลประทานที่จะต้องจัดหาให้แก่พืชที่แปลงเพาะปลูกได้

ดังได้กล่าวไว้ว่า ฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกไม่จำเป็นต้องเป็นประโยชน์ต่อพื้นที่การเพาะปลูกทั้งหมด ทั้งนี้เพราะว่าส่วนที่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริงนั้นคือส่วนที่ซึมลงไปเก็บไว้ในเขตรากซึ่งพืชสามารถดูดเอาไปใช้หรือถ้าซึมเลยเขตรากไปก็จะต้องมีประโยชน์ในการควบคุมความชื้นชั้นของเกลือในเขตราก ในกรณีที่ฝนนาข้าวฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อข้าวก็คือส่วนที่ตกลงมาแล้วขังอยู่ในแปลงนาในระดับที่จะไม่เป็นอันตรายแก่ต้นข้าว สัดส่วนของฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ชนิดและอายุของพืชที่ปลูก อัตราและปริมาณของฝน คุณสมบัติของดินในพื้นที่เพาะปลูก ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ ความชื้นของดินหรือระดับน้ำในแปลงนาก่อนฝนตก เป็นต้น ถ้าฝนตกในช่วงที่กำลังจะต้องให้น้ำแก่พืช สัดส่วนของฝนที่ใช้การได้ก็จะสูงหรือใช้ได้ทั้งหมด ในทางตรงข้าม ถ้าหากฝนตกหลังให้น้ำใหม่ๆ ฝนดังกล่าวอาจจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเลยก็ได้ แต่อาจจะเป็นโทษเสียด้วยซ้ำไปเพราะจะต้องระบายออกทิ้งไปก่อนที่จะเป็นอันตรายต่อพืช

เนื่องจากว่าลักษณะการใช้และใช้น้ำของข้าวกับพืชไร่ต่างกันมาก กล่าวคือ เราให้น้ำแก่ข้าวโดยให้ขังไว้ในแปลงนา แต่พืชไร่ให้น้ำซึมลงไปเก็บไว้ในเขตราก ดังนั้น สัดส่วนของฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งสองอย่างนี้จึงมีวิธีการพิจารณาคณะวิธีดังนี้ คือ

ฝนใช้การสำหรับนาข้าว ฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อข้าวคือ ส่วนที่ตกลงมาเก็บกักไว้ในแปลงนาโดยไม่ทำให้ระดับน้ำในแปลงสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อข้าว แปลงนาโดยทั่วไปมีผิวดินอยู่ในระดับราบและมีคันดินสูงประมาณ 30 ถึง 40 เซนติเมตรล้อมรอบ ดังนั้น ฝนที่ตกในนาในเกณฑ์ปกติจะถูกเก็บกักไว้ได้ทั้งหมด แต่จะทำให้ระดับน้ำในแปลงนาสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อข้าวหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับอายุของข้าว และระดับน้ำในแปลงนาก่อนฝนตก ความลึกของน้ำในนาที่พอเหมาะในช่วงที่ต้นข้าวยังเป็นกล้าหรือปักดำใหม่ๆ จะอยู่ระหว่าง 25 ถึง 30 มิลลิเมตร และสามารถเพิ่มเป็น 80 มิลลิเมตรหลังจากกล้าที่ปักดำตั้งตัวได้แล้ว หลังจากที่ยาวตั้งท้องแล้วก็อาจจะเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้นได้ถึง 100 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 1 สัปดาห์ จะต้องระบายน้ำออกจนหมด

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 เจษฎา แก้วกล้า (2529) ได้ทำการประเมินผลการใช้น้ำชลประทานในระดับแปลงนา โดยทำการศึกษาในพื้นที่การส่งน้ำ ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากำแพงแสน โดยแปลงทดลองอยู่ที่ อ.ท่ามะกา จ. กาญจนบุรี โดยพบว่าประสิทธิภาพการให้น้ำตลอดฤดูกาลส่งน้ำมีค่าเท่ากับ 75 % โดยเฉลี่ยตลอดฤดูกาล

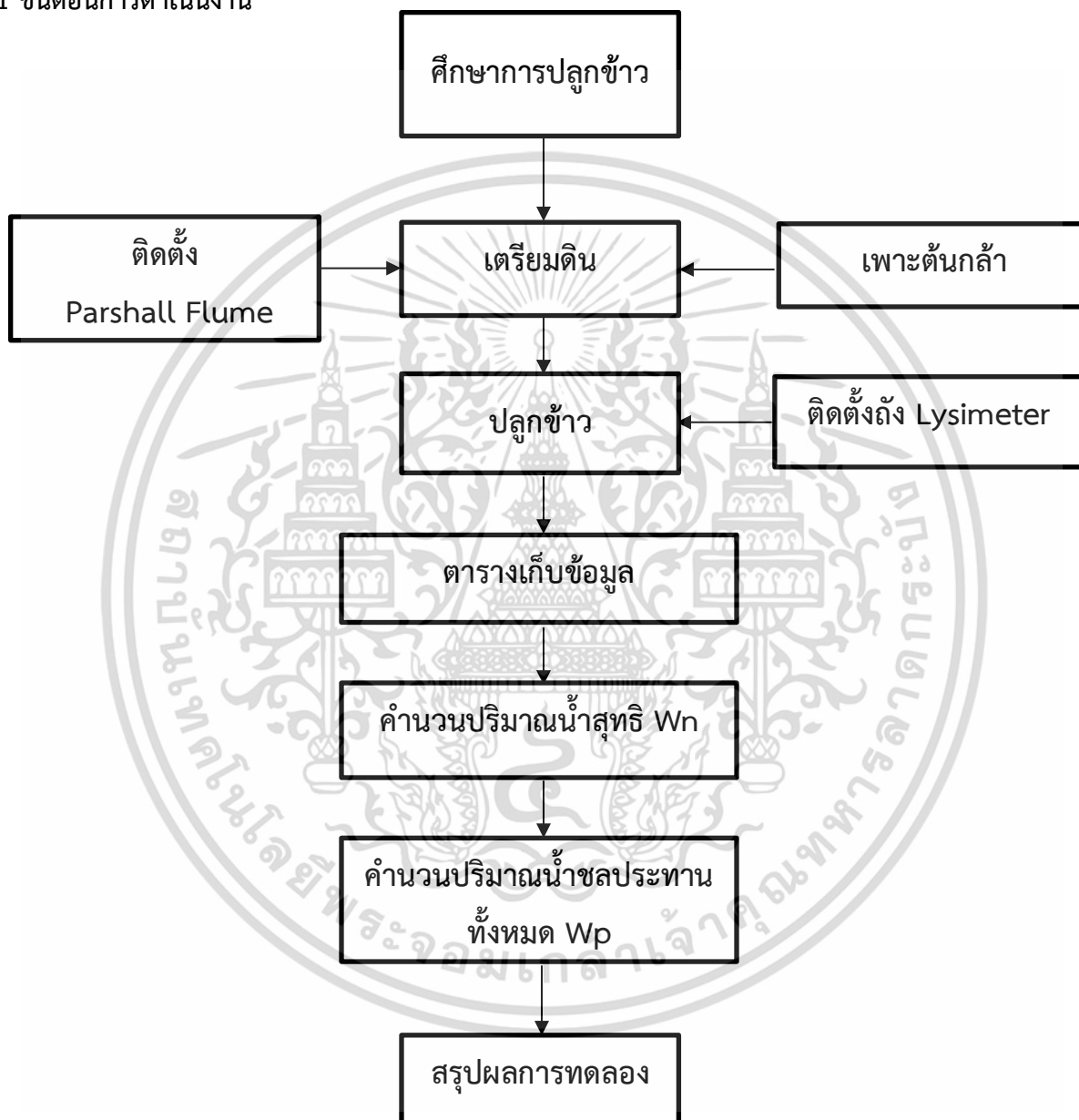
2.10.2 วิบูลย์ บุญยธโรกุล (2526) ได้สรุปค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวในนาดินเหนียวภาคกลางหรือ ET ในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.9 มิลลิเมตร/วัน ส่วนในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 4.3 มิลลิเมตร/วัน เนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณฝนใช้การได้ที่ข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่า และ การคายระเหยเกิดมาน้อยไม่เท่ากันในแต่ละช่วงฤดูปลูก

2.10.3 ปุณณพัฒน์ ไช่มุก และ ภูวนทร ถาวงษ์ (2561) การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว โครงการวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 flowchart ขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือ

1. อุปกรณ์ในการเตรียมดิน
2. รางวัดน้ำ Parshall flume ขนาด 3 นิ้ว
3. ป้อน้ำ
4. Lysimeter
5. ภาตวัดการระเหย Class-A Pan
6. เมล็ดพันธุ์ข้าว (เจ๊กเซย 1)
7. ปุ๋ย

3.3 การเตรียมแปลง

การเตรียมแปลงได้แบ่งออกเป็น 2 แปลง ได้แก่ แปลงไว้สำหรับการทำนาหว่านและแปลงไว้สำหรับทำนาปักดำ พื้นที่ขนาด 20x50 เมตร เท่าๆกัน ส่วนการเตรียมดินจะทำในลักษณะเดียวกัน เริ่มจากวิธีการไถตะ เป็นการไถพลิกหน้าดินเพื่อทำลายวัชพืชในนา แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อตากดินให้แห้ง จึงทำการไถแปรเพื่อป่นดินให้เป็นชั้นเล็กๆ เป็นการไถตัดกับรอยไถตะ ทำให้รอยไถตะแตกออกเป็นก้อนเล็กๆจนวัชพืชหลุดออกจากดิน อาจไถมากกว่า 1 ครั้ง ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในแปลงนาและปริมาณวัชพืช จึงทำการไถคราด เป็นการคราดเอาวัชพืชออกจากนาและปรับระดับของพื้นนาให้เรียบร้อย



รูป3.2 การไถตะ



รูป3.3 การไถแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป3.4 การไถคราด

3.4 การเพาะต้นกล้าและการปักดำ

นำเมล็ดพันธุ์ไปแช่น้ำไว้ประมาณ 1 คืน นำข้าวขึ้นจากน้ำ ยกข้าวให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 1 คืน ให้ข้าวแตก ตุ่มตา เมื่อรากงอกแล้วก็จะไปหว่านลงในแปลงที่เตรียมไว้ เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ก็จะถอนต้นกล้าแล้วมัดรวมไว้ เป็นกำๆ เนื่องจากปลายยาวจึงตัดปลายใบข้าวเพื่อตอนที่นำไปปลูกลงต้นกล้าจะได้ไม่ล้ม ใช้ต้นกล้า 3-5 ต้นในการปักดำ และระยะห่างของต้นกล้าจะอยู่ที่ 25x25 เซนติเมตร



รูป3.5 ข้าวที่นำมาแช่น้ำไว้



รูป3.6 ระหว่างการหว่านข้าว



รูป3.7 มัดกล้ารวมเป็นกำๆ



รูป3.8 ขณะทำการปักดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ติดตั้งรางวัดน้ำ (Parshall Flume)

ขั้นแรกขุดดินให้เป็นทางยาว กว้าง 15 ซม. ลึก 20 ซม. เชื่อมคลองส่งน้ำเข้ากับแปลงปลูกหลังจากนั้นนำ Flume มาวางลงในทางน้ำ ติดตั้งโดยให้น้ำที่เข้าแปลงทั้งหมดจะต้องไม่รั่วซึมผ่านด้านข้างของ Flume นำดินพอกบริเวณด้านข้าง Flume ให้แน่น



รูป 3.9 ขุดดินทำทางน้ำ



รูป 3.10 ติดตั้ง Parshall Flume



รูป 3.11 ปล่อยน้ำผ่าน Parshall Flume



รูป 3.12 หลังปล่อยน้ำเข้าแปลง

3.6 ติดตั้งถังวัดน้ำ (Lysimeter)

Lysimeter จะติดตั้งอยู่ในแปลงนาดำและแปลงนาหว่าน โดยถังหัวเปิด-กั้นเปิดและถังหัวเปิด-กั้นปิด อย่างละ 1 ถัง ถังชนิดกั้นเปิดสามารถทำการฝังลงได้โดยตรง สำหรับถังชนิดกั้นปิดจะต้องทำการขุดดินบริเวณที่จะนำมาติดตั้ง นำดินและต้นกล้าลงในถังหลังจากนั้น ปรับให้ถังได้ระดับเดียวกับแปลง ปรับปริมาณน้ำของถังกั้นปิด ให้ใกล้เคียงกันกับแปลง



รูป 3.13 ติดตั้ง Lysimeter ในแปลงนาดำ



รูป 3.14 ติดตั้ง Lysimeter ในแปลงนาหว่าน

3.7 ติดตั้งถาดวัดการระเหย (Class-A Pan)

การติดตั้งถาดวัดการระเหยโดยจะทำการคายหญักรอบๆออกโดยระยะห่างระหว่างถาดอยู่ที่ 40 เซนติเมตรและทำการวางถาดการระเหยไว้บน Pallet



รูป 3.15 ทำการติดตั้งถาดวัดการระเหย

3.8 คำนวณเปรียบเทียบการใช้น้ำของข้าว

โดยจะแบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่

3.8.1 หาจากถ่วงวัดการใช้น้ำของข้าว (Lysimeter)

ถ่วงวัดการใช้น้ำของข้าว อุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วยถ่วงขนาดเดียวกัน 4 ถ่วง เป็นถ่วงเปิดหัวและท้ายทั้งสอง ด้าน 2 ถ่วง และปิดกัน 2 ถ่วง เก็บค่าระดับน้ำในแต่ละถ่วงที่ลดลงจากสเกลในตัวถ่วง เมื่อนำค่าที่วัดได้ของทั้งสองถ่วงที่มีความแตกต่างในการวัดเพียงอย่างเดียวมาหักลบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 การเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากภาควัดการระเหย (Class-A Pan)

ทำการคำนวณโดยใช้สมการ

$$ET = K_p \times E_p \quad (2.5)$$

ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของภาควัดการระเหยของภาควัด Class-A Pan และเก็บข้อมูลปริมาณการระเหยจากภาควัดการระเหย ในหน่วยมิลลิเมตรนำมาเทียบหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

3.8.3 คำนวณโดยใช้สมการ Penman Monteith

ทำการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) โดยใช้สมการ

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

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/วัน หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ไปคูณเพื่อหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET)

3.9 คำนวณความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมดในนาข้าว

ทำการคำนวณโดยใช้สมการ

$$W_p = (W_n / E_a) \times 100 \quad (2.3)$$

โดยที่ปริมาณน้ำที่ข้าวจะใช้จะหาจากวิธีทั้ง 3 ที่กล่าวมาข้างต้น อัตราการรั่วซึมของดิน (มิลลิเมตร) หาจากถัง Lysimeter ปริมาณฝนใช้การ จากแหล่งข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา และปริมาณน้ำชลประทานที่ให้แก่แปลง ผ่าน Parshall Flume

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศที่จำเป็นสำหรับการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาได้ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 , ข้อมูลอุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 , ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 ได้ดังต่อไปนี้

4.1 ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 (รายวัน)

ตาราง 4.1 ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563

(มิลลิเมตร/วัน)

Date	Rainfall(mm)	Date	Rainfall(mm)	Date	Rainfall(mm)
1-Nov	0.2	1-Dec	0	31-Dec	0
2-Nov	0	2-Dec	0	1-Jan	0
3-Nov	36	3-Dec	0	2-Jan	0
4-Nov	0	4-Dec	0	3-Jan	0
5-Nov	0	5-Dec	0	4-Jan	0
6-Nov	0	6-Dec	0	5-Jan	0
7-Nov	0	7-Dec	0	6-Jan	0
8-Nov	0	8-Dec	0	7-Jan	0
9-Nov	0	9-Dec	0	8-Jan	0
10-Nov	0	10-Dec	0	9-Jan	0.1
11-Nov	0	11-Dec	0	10-Jan	0
12-Nov	0	12-Dec	0	11-Jan	0
13-Nov	0	13-Dec	0	12-Jan	0
14-Nov	0	14-Dec	0	13-Jan	0
15-Nov	0	15-Dec	0	14-Jan	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16-Nov	0	16-Dec	0	15-Jan	0
17-Nov	0	17-Dec	0		
18-Nov	0	18-Dec	0		
19-Nov	0	19-Dec	0		
20-Nov	0	20-Dec	0		
21-Nov	0	21-Dec	0		
22-Nov	0	22-Dec	0		
23-Nov	0	23-Dec	0		
24-Nov	0	24-Dec	0		
25-Nov	0	25-Dec	0		
26-Nov	0	26-Dec	0		
27-Nov	0	27-Dec	0		
28-Nov	0	28-Dec	0		
29-Nov	0	29-Dec	0		
30-Nov	0	30-Dec	0		

จากการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 พบว่าในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคมมีปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งเดือนอยู่ที่ 1.2 มิลลิเมตร 0 มิลลิเมตร และ 0.006 มิลลิเมตรตามลำดับโดยปริมาณฝนสูงสุดอยู่ในวันที่ 3 พฤศจิกายน ปี 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563

ตาราง 4.2 อุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 (องศาเซลเซียส)

Date	T (°C)	Date	T (°C)	Date	T (°C)
1-Nov	24.8	1-Dec	28.9	31-Dec	27.8
2-Nov	25.6	2-Dec	28.2	1-Jan	28.4
3-Nov	27.8	3-Dec	25.7	2-Jan	27.7
4-Nov	27.6	4-Dec	23.6	3-Jan	28.1
5-Nov	28.8	5-Dec	22.7	4-Jan	27.7
6-Nov	29.1	6-Dec	22.9	5-Jan	27.9
7-Nov	29.1	7-Dec	22.3	6-Jan	28.3
8-Nov	28.4	8-Dec	22.2	7-Jan	28.4
9-Nov	27.0	9-Dec	22.7	8-Jan	28.7
10-Nov	26.2	10-Dec	23.5	9-Jan	29.3
11-Nov	27.3	11-Dec	24.3	10-Jan	29.4
12-Nov	28.8	12-Dec	25.3	11-Jan	28.9
13-Nov	28.2	13-Dec	25.3	12-Jan	29.0
14-Nov	28.1	14-Dec	26.1	13-Jan	29.0
15-Nov	28.3	15-Dec	27.3	14-Jan	28.6
16-Nov	28.2	16-Dec	27.6	15-Jan	28.3
17-Nov	28.4	17-Dec	28.6		
18-Nov	28.9	18-Dec	28.5		
19-Nov	29.1	19-Dec	28.7		
20-Nov	28.2	20-Dec	28.5		
21-Nov	27.9	21-Dec	28.7		
22-Nov	28.0	22-Dec	28.5		
23-Nov	27.9	23-Dec	28.3		
24-Nov	28.4	24-Dec	28.0		
25-Nov	29.0	25-Dec	28.4		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26-Nov	28.5	26-Dec	27.8
27-Nov	28.8	27-Dec	28.3
28-Nov	30.0	28-Dec	27.2
29-Nov	28.3	29-Dec	27.9
30-Nov	28.7	30-Dec	28.3

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 พบว่าในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งเดือนอยู่ที่ 28.1 องศา 26.5 องศา และ 28.5 องศา ตามลำดับ

4.3 ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563

ตาราง 4.3 ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 (%)

Date	Rh	Date	Rh	Date	Rh
1-Nov	79	1-Dec	69	31-Dec	63
2-Nov	84	2-Dec	61	1-Jan	59
3-Nov	79	3-Dec	57	2-Jan	62
4-Nov	78	4-Dec	56	3-Jan	62
5-Nov	67	5-Dec	53	4-Jan	65
6-Nov	67	6-Dec	50	5-Jan	61
7-Nov	70	7-Dec	46	6-Jan	64
8-Nov	63	8-Dec	53	7-Jan	68
9-Nov	62	9-Dec	59	8-Jan	69
10-Nov	66	10-Dec	56	9-Jan	64
11-Nov	60	11-Dec	57	10-Jan	72
12-Nov	58	12-Dec	57	11-Jan	78
13-Nov	71	13-Dec	60	12-Jan	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14-Nov	73	14-Dec	61	13-Jan	74
15-Nov	63	15-Dec	61	14-Jan	75
16-Nov	68	16-Dec	64	15-Jan	75
17-Nov	72	17-Dec	62		
18-Nov	71	18-Dec	65		
19-Nov	65	19-Dec	70		
20-Nov	62	20-Dec	73		
21-Nov	65	21-Dec	72		
22-Nov	61	22-Dec	74		
23-Nov	63	23-Dec	75		
24-Nov	57	24-Dec	78		
25-Nov	57	25-Dec	78		
26-Nov	55	26-Dec	78		
27-Nov	66	27-Dec	74		
28-Nov	59	28-Dec	69		
29-Nov	59	29-Dec	59		
30-Nov	64	30-Dec	58		

จากการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน ปี 2562 ถึงวันที่ 15 มกราคม ปี 2563 พบว่าในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคมมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งเดือนอยู่ที่ 66% 64% และ 70% ตามลำดับ

จากการทำโครงการ “การเปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของข้าวด้วยวิธีปลูกที่ต่างกัน” เราได้ทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำของข้าวในนาดำและนาหว่าน จากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith การคำนวณนั้นต้องใช้ตัวแปรสภาพอากาศโดยได้ตัวแปรต่างๆทั้งจากการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์โดยตรงและการสืบค้นจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช(Evapotranspiration) จากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith

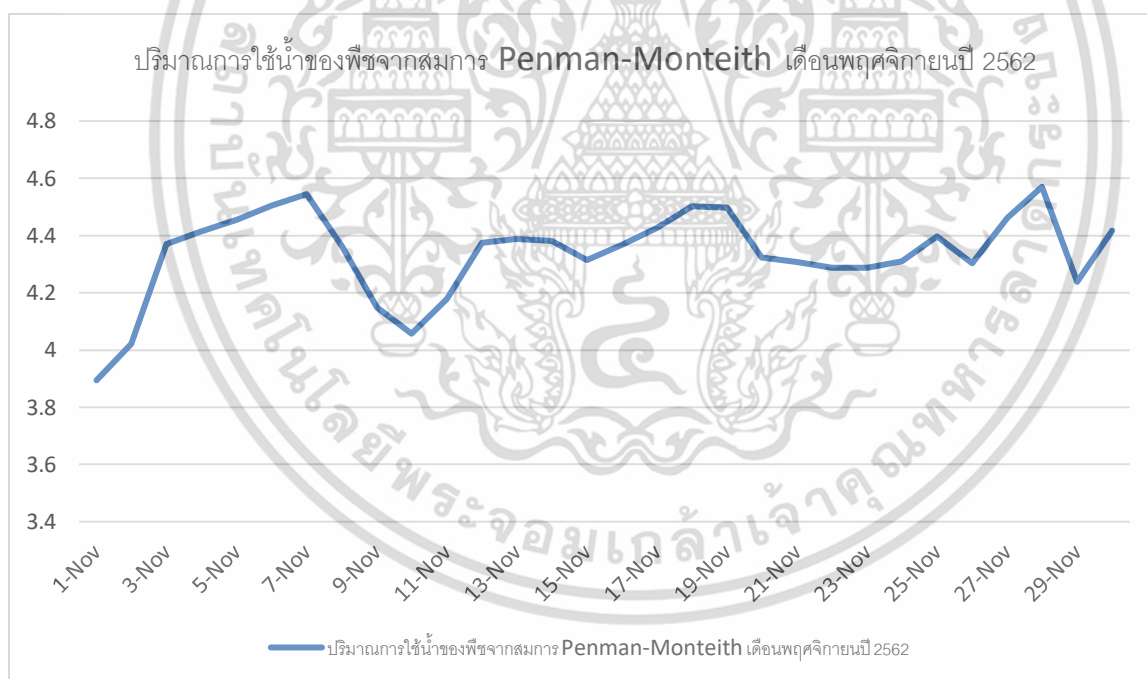
จากการคำนวณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยใช้สมการ Penman-Monteith และตัวแปรสภาพอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ย ความเร็วลมเฉลี่ย ความดันบรรยากาศ ระดับความสูงจากพื้นดิน ละติจูด และวันที่ตามปฏิทิน Julian ได้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.4 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith (mm/day)

Date	ET (mm/day)	Date	ET (mm/day)	Date	ET (mm/day)
1-Nov	3.894	1-Dec	4.610	31-Dec	4.378
2-Nov	4.021	2-Dec	4.419	1-Jan	4.461
3-Nov	4.370	3-Dec	4.027	2-Jan	4.385
4-Nov	4.415	4-Dec	3.747	3-Jan	4.447
5-Nov	4.454	5-Dec	3.652	4-Jan	4.413
6-Nov	4.504	6-Dec	3.621	5-Jan	4.406
7-Nov	4.545	7-Dec	3.526	6-Jan	4.499
8-Nov	4.363	8-Dec	3.558	7-Jan	4.555
9-Nov	4.149	9-Dec	3.645	8-Jan	4.615
10-Nov	4.057	10-Dec	3.735	9-Jan	4.664
11-Nov	4.177	11-Dec	3.842	10-Jan	4.767
12-Nov	4.375	12-Dec	3.973	11-Jan	4.801
13-Nov	4.387	13-Dec	3.988	12-Jan	4.744
14-Nov	4.382	14-Dec	4.107	13-Jan	4.712
15-Nov	4.314	15-Dec	4.283	14-Jan	4.650
16-Nov	4.368	16-Dec	4.355	15-Jan	4.596
17-Nov	4.426	17-Dec	4.499		
18-Nov	4.501	18-Dec	4.512		

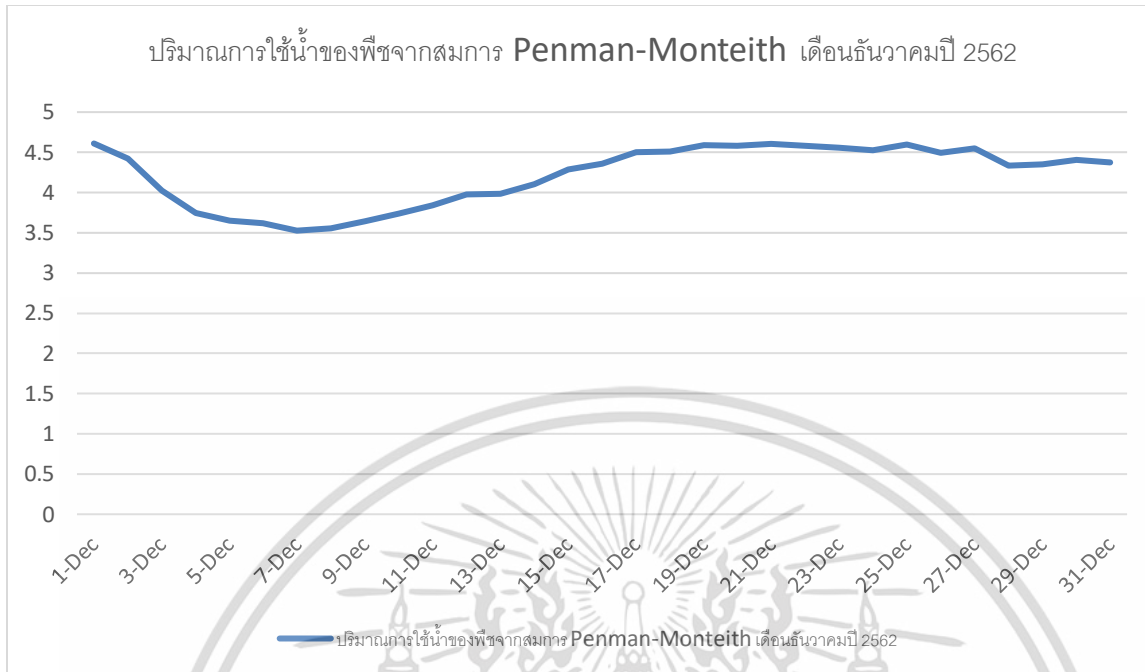
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-Nov	4.498	19-Dec	4.586
20-Nov	4.324	20-Dec	4.580
21-Nov	4.307	21-Dec	4.602
22-Nov	4.287	22-Dec	4.583
23-Nov	4.288	23-Dec	4.555
24-Nov	4.310	24-Dec	4.522
25-Nov	4.397	25-Dec	4.594
26-Nov	4.303	26-Dec	4.490
27-Nov	4.462	27-Dec	4.548
28-Nov	4.570	28-Dec	4.331
29-Nov	4.238	29-Dec	4.353
30-Nov	4.417	30-Dec	4.403

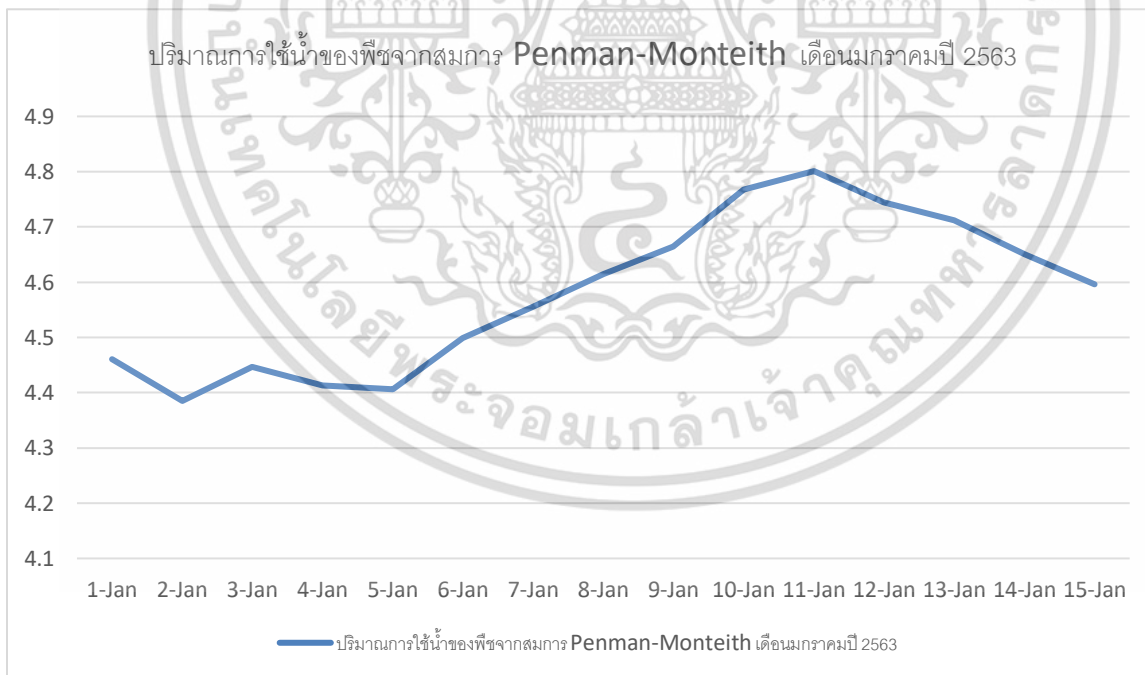


รูป 4.1 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป4.2 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วง เดือน ธันวาคม ปี 2562



รูป4.3 กราฟแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช จากการคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ช่วงเดือน มกราคม ปี 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เปรียบเทียบความต้องการน้ำชลประทานของข้าวด้วยวิธีปลูกต่างกัน

ในแปลงนาดำ

Month	Kc	ETp	ET	P	L	Re	Wp
Nov	1.22	134.208	163.73	120	150	20	
Dec	1.20	129.864	155.84	110	0	0	

เดือนพฤศจิกายน $W_n = 163.73 + 120 + 150 - 20 = 413.73$ mm

$$W_p = 413.73 / 0.65 = 636.51 \text{ mm}$$

คิดเป็นความต้องการน้ำชลประทานต่อไร่ = $(636.51 \times 1600) / 1000 = 1018.42 \text{ m}^3/\text{rai}$

เดือนธันวาคม $W_n = 155.84 + 110 = 265.84$ mm

$$W_p = 265.84 / 0.65 = 408.98 \text{ mm}$$

คิดเป็นความต้องการน้ำชลประทานต่อไร่ = $(408.98 \times 1600) / 1000 = 657.37 \text{ m}^3/\text{rai}$

ในแปลงนาหว่าน

Month	Kc	ETp	ET	P	L	Re	Wp
Nov	1.22	134.208	163.73	116	150	20	
Dec	1.20	129.864	155.84	108	0	0	

เดือนพฤศจิกายน $W_n = 163.73 + 116 + 150 - 20 = 409.73$ mm

$$W_p = 409.73 / 0.65 = 630.35 \text{ mm}$$

คิดเป็นความต้องการน้ำชลประทานต่อ 1 ไร่ = $(630.35 \times 1600) / 1000 = 1008.56 \text{ m}^3/\text{rai}$

เดือนธันวาคม $W_n = 155.84 + 108 = 236.84$ mm

$$W_p = 236.84 / 0.65 = 405.91 \text{ mm}$$

คิดเป็นความต้องการน้ำชลประทานต่อ 1 ไร่ = $(405.91 \times 1600) / 1000 = 649.46 \text{ m}^3/\text{rai}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาความต้องการน้ำชลประทานที่ส่งให้กับแปลงนาในช่วงฤดูแล้ง โดยทำการทดลองบริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนมกราคม 2563 ทำการปลูกข้าวพันธุ์เจ๊กเซย 1 ในแปลงทดลองขนาด 20 x 30 m. จำนวน 2 แปลง และทำการส่งน้ำเข้าแปลงเพาะปลูกเพื่อรักษาระดับน้ำตามความต้องการของข้าวในช่วงต่างๆ การศึกษาในช่วงทำการทดลองพบว่า การรั่วซึมแปลงนาค่าในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ย 4 มม./วัน และ 3.5 มม./วัน ตามลำดับ ส่วนในนาหว่านมีค่าการรั่วซึมในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ย 3.87 มม./วัน และ 3.48 มม./วัน ตามลำดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญเติบโตของข้าว ปริมาณการใช้น้ำของข้าวที่วัดโดยตรงจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้โดยวิธีของ (Penman-Monteith) ทำการคำนวณหาปริมาณใช้น้ำของข้าวในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 มม./วัน และ 4.19 มม./วัน ตามลำดับ โดยคิดเป็นความต้องการน้ำชลประทานของแปลงนาค่าในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม เฉลี่ย 1018.42 ลบ.ม/ไร่ และ 657.37 ลบ.ม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนนาหว่านคิดเป็นความต้องการน้ำชลประทานในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม เฉลี่ย 1008.56 ลบ.ม/ไร่ และ 649.46 ลบ.ม/ไร่ ตามลำดับ การทดลองนี้จะเป็นตัวอย่างการคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของข้าว โดยที่สามารถใช้ได้กับทุกแปลงนา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมการจัดสรรความต้องการน้ำชลประทานในการปลูกข้าวในฤดูเพาะปลูกถัดไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.1 ควรมีสถานีวัดอากาศ (Weather Station) ติดตั้งในพื้นที่ทดลอง เพื่อวัดค่าสภาพอากาศโดยตรงในแปลงทดลอง
- 5.2 ควรหมั่นทำการกำจัดวัชพืชในแปลงนา ซึ่งจะมีต่อค่าการใช้น้ำของพืช
- 5.3 ตรวจสอบเช็คระดับน้ำในถาดวัดการระเหย Class A pan และ Lysimeter ตามกำหนดเวลาทุกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต่อเนื่องเนื่องจากว่าข้อจำกัดต่างๆ เช่น ข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ ข้อจำกัดทางด้านเครื่องมืออุปกรณ์ เกิดการวัดค่าได้ผิดพลาดจึงต้องมีการทดลองซ้ำเพื่อหาผลลัพธ์เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ปุญญพัฒน์ ไช่มุก และ ภูวนทร ถาวรช (2561) การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าวโครงการวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. วิบูลย์ บุญยธโรกุล (2526) หลักการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. กรุงเทพฯ
3. บุญหงษ์ จงคิด (2553) ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
4. วราวุธ วุฒิวิชัย และพงศธร โสภานันท์ (2536) การออกแบบการชลประทานบนผิวดิน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง A - 2 ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่มิแสงแดดสำหรับซีกโลกเหนือ บอกเป็นจำนวนเท่าของ 12 ชั่วโมง ในเดือนต่างๆ ซึ่งคิดว่ามี 30 วัน

เส้นรุ้ง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
0	1.04	.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	.99	1.02
10	1.00	.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	.98	.99
15	.97	.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	.95	.97
20	.95	.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	.93	.94
25	.93	.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91
26	.92	.88	1.03	1.06	1.15	1.15	1.17	1.12	1.02	.99	.91	.91
27	.92	.88	1.03	1.07	1.16	1.15	1.18	1.13	1.02	.99	.90	.90
28	.91	.88	1.03	1.07	1.16	1.16	1.18	1.13	1.02	.98	.90	.90
29	.91	.87	1.03	1.07	1.17	1.16	1.19	1.13	1.03	.98	.90	.89
30	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
31	.90	.87	1.03	1.08	1.18	1.18	1.20	1.14	1.03	.98	.89	.88
32	.89	.86	1.03	1.08	1.19	1.19	1.21	1.15	1.03	.98	.88	.87
33	.88	.86	1.03	1.09	1.19	1.20	1.22	1.15	1.03	.97	.88	.86
34	.88	.85	1.03	1.09	1.20	1.20	1.22	1.16	1.03	.97	.87	.86
35	.87	.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	.97	.86	.85
36	.87	.85	1.03	1.10	1.21	1.22	1.24	1.16	1.03	.97	.86	.84
37	.86	.84	1.03	1.10	1.22	1.23	1.25	1.17	1.03	.97	.85	.83
38	.85	.84	1.03	1.10	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	.96	.84	.83
39	.85	.84	1.03	1.11	1.23	1.24	1.26	1.18	1.04	.96	.84	.82
40	.84	.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	.96	.83	.81
41	.83	.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	.96	.82	.80
42	.82	.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19	1.04	.95	.82	.79
43	.81	.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.20	1.04	.95	.81	.77
44	.81	.82	1.02	1.13	1.27	1.29	1.30	1.20	1.04	.95	.80	.76
45	.80	.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	.94	.79	.75
46	.79	.81	1.02	1.13	1.29	1.31	1.32	1.22	1.04	.94	.79	.74
47	.77	.80	1.02	1.14	1.30	1.32	1.33	1.22	1.04	.93	.78	.73
48	.76	.80	1.02	1.14	1.31	1.33	1.34	1.23	1.05	.93	.77	.72
49	.75	.79	1.02	1.14	1.32	1.34	1.35	1.24	1.05	.93	.76	.71
50	.74	.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	.92	.76	.70

รูป 1 ตารางการหาเฉลี่ยของช่วงเวลาที่มิแสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

268

ตาราง A - 3 เปอร์เซ็นต์ของชั่วโมงกลางวันในเดือนต่าง ๆ ของปี (p) สำหรับซีกโลกเหนือตั้งแต่เส้นรุ้ง 0 ถึง 30 องศาเหนือ

เส้นรุ้ง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
30°	7.31	7.02	8.37	8.71	9.54	9.49	9.67	9.21	8.33	7.99	7.20	7.16
29°	7.35	7.05	8.37	8.69	9.50	9.44	9.62	9.19	8.33	8.00	7.24	7.22
28°	7.40	7.07	8.37	8.67	9.46	9.39	9.58	9.17	8.32	8.02	7.28	7.27
27°	7.44	7.10	8.38	8.66	9.41	9.34	9.53	9.14	8.32	8.04	7.32	7.32
26°	7.49	7.12	8.38	8.64	9.37	9.29	9.49	9.11	8.32	8.06	7.36	7.37
25°	7.54	7.14	8.39	8.62	9.33	9.24	9.45	9.08	8.31	8.08	7.40	7.42
24°	7.58	7.16	8.39	8.60	9.30	9.19	9.40	9.06	8.31	8.10	7.44	7.47
23°	7.62	7.19	8.40	8.58	9.26	9.15	9.36	9.04	8.30	8.12	7.47	7.51
22°	7.67	7.21	8.40	8.56	9.22	9.11	9.32	9.01	8.30	8.13	7.51	7.56
21°	7.71	7.24	8.41	8.55	9.18	9.06	9.28	8.98	8.29	8.15	7.55	7.60
20°	7.75	7.26	8.41	8.53	9.15	9.02	9.24	8.95	8.29	8.17	7.58	7.65
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.12	8.97	9.20	8.93	8.29	8.19	7.61	7.70
18°	7.83	7.31	8.41	8.50	9.08	8.93	9.16	8.90	8.29	8.20	7.65	7.74
17°	7.87	7.33	8.42	8.48	9.04	8.89	9.12	8.88	8.28	8.22	7.68	7.79
16°	7.91	7.35	8.42	8.47	9.01	8.85	9.08	8.85	8.28	8.23	7.72	7.83
15°	7.94	7.37	8.43	8.45	8.98	8.81	9.04	8.83	8.27	8.25	7.75	7.88
14°	7.98	7.39	8.43	8.43	8.94	8.77	9.00	8.80	8.27	8.27	7.79	7.93
13°	8.02	7.41	8.43	8.42	8.91	8.73	8.96	8.78	8.26	8.29	7.82	7.97
12°	8.06	7.43	8.44	8.40	8.87	8.69	8.92	8.76	8.26	8.31	7.85	8.01
11°	8.10	7.45	8.44	8.39	8.84	8.65	8.88	8.73	8.26	8.33	7.88	8.05
10°	8.14	7.47	8.45	8.37	8.81	8.61	8.85	8.71	8.25	8.34	7.91	8.09
9°	8.18	7.49	8.45	8.35	8.77	8.57	8.81	8.68	8.25	8.36	7.95	8.14
8°	8.21	7.51	8.45	8.34	8.74	8.53	8.78	8.66	8.25	8.37	7.98	8.18
7°	8.25	7.53	8.46	8.32	8.71	8.49	8.74	8.64	8.25	8.38	8.01	8.22
6°	8.28	7.55	8.46	8.31	8.68	8.45	8.71	8.62	8.24	8.40	8.04	8.26
5°	8.32	7.58	8.47	8.29	8.65	8.41	8.67	8.60	8.24	8.41	8.07	8.30
4°	8.36	7.59	8.47	8.28	8.62	8.37	8.64	8.57	8.23	8.43	8.10	8.34
3°	8.40	7.61	8.48	8.26	8.58	8.33	8.60	8.55	8.23	8.45	8.13	8.38
2°	8.43	7.63	8.49	8.25	8.55	8.29	8.57	8.53	8.22	8.46	8.16	8.42
1°	8.47	7.65	8.49	8.23	8.52	8.25	8.53	8.51	8.22	8.48	8.19	8.46
0°	8.50	7.67	8.49	8.22	8.49	8.22	8.50	8.49	8.21	8.49	8.22	8.50

รูป 2 ตารางเปอร์เซ็นต์ชั่วโมงกลางวันในเดือนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

269

ตาราง A - 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตลอดฤดูการเพาะปลูก (K) สำหรับใช้ในสูตรของ Blaney - Criddle

พืช	อายุการเพาะปลูก 1/	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K) 2/
กล้วย	ตลอดปี	.80 - 1.00
ข้าวต่าง ๆ	3 เดือน	.60 - .70
กาแฟ	ตลอดปี	.70 - .80
ข้าวโพด	4 เดือน	.75 - .85
ฝ้าย	7 เดือน	.60 - .70
ป่าน	7 - 8 เดือน	.70 - .80
ธัญพืช	3 เดือน	.75 - .85
ข้าวฟ่าง	4 - 5 เดือน	.70 - .80
พืชน้ำมัน (เมล็ด)	3 - 5 เดือน	.65 - .75
พืชสวน:		
อาโวคาโด	ตลอดปี	.50 - .55
Grapefruit	ตลอดปี	.55 - .65
ส้มและมะนาว	ตลอดปี	.45 - .55
พืชผลัดใบ	ช่วงอุณหภูมิสูงกว่า 0° C	.60 - .70
ทุ่งหญ้าอาหารสัตว์	ช่วงอุณหภูมิสูงกว่า 0° C	.75 - .85
มันฝรั่ง	3 - 5 เดือน	.65 - .75
ข้าว	3 - 5 เดือน	1.00 - 1.10
หัวเหลือง	140 วัน	.65 - .70
อ้อย	ตลอดปี	.80 - .90
ยาสูบ	4 เดือน	.70 - .80
มะเขือเทศ	4 เดือน	.65 - .70
ผักต่าง ๆ	2 - 4 เดือน	.60 - .70
องุ่น	5 - 7 เดือน	.50 - .60

- 1/ อายุการเพาะปลูกส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับพันธุ์และฤดูที่ปลูก พืชชนิดเดียวกันถ้าปลูกในฤดูหนาวจะมีอายุการปลูกมากกว่าปลูกในฤดูร้อน
- 2/ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K) ค่าต่ำใช้สำหรับเขตชุ่มชื้น และค่าสูงใช้สำหรับเขตแห้งแล้ง K = 1.0 สำหรับการระเหยจากอ่างเก็บน้ำในเขตแห้งแล้ง และ K = 0.90 สำหรับอ่างเก็บน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล

รูป 3 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

270

ตาราง A - 5 รังสีอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่สำหรับซีกโลกเหนือเทียบเป็นอัตรา
การระเหยของน้ำที่ 20°C เป็น มม./วัน

เส้นรุ้ง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
50° N	3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2
48	4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7
46	4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3
44	5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7
42	5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2
40	6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7
38	6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1
36	7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6
34	7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2
32	8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8
30	8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3
28	9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8
26	9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3
24	10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7
22	10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2
20	11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7
18	11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1
16	12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6
14	12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0
12	12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5
10	13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9
8	13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3
6	13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7
4	14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1
2	14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4
0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

รูป 4 ตารางรังสีอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

272

ตาราง A - 7 ค่าของการแผ่รังสีจากวัตถุที่มีผิวดำสนิท σT^4 เทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน

T °C	σT^4 มม./วัน	T °C	σT^4 มม./วัน	T °C	σT^4 มม./วัน
0	11.21	17	14.28	34	17.93
1	11.38	18	14.48	35	18.17
2	11.55	19	14.68	36	18.41
3	11.72	20	14.88	37	18.64
4	11.89	21	15.08	38	18.89
5	12.06	22	15.29	39	19.13
6	12.23	23	15.50	40	19.38
7	12.41	24	15.71	41	19.63
8	12.59	25	15.92	42	19.88
9	12.77	26	16.14	43	20.13
10	12.95	27	16.35	44	20.39
11	13.13	28	16.57	45	20.65
12	13.32	29	16.79	46	20.91
13	13.51	30	17.02	47	21.17
14	13.70	31	17.24	48	21.44
15	13.89	32	17.47	49	21.70
16	14.08	33	17.70	50	21.98

รูป 5 ตารางค่าการแผ่รังสีจากวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

273

ตาราง A - 8 ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำ เป็น มิลลิบาร์

T °C	ทศนิยมของอุณหภูมิ									
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0	6.11	6.15	6.20	6.24	6.29	6.33	6.38	6.42	6.47	6.52
1	6.57	6.61	6.66	6.71	6.76	6.81	6.85	6.90	6.95	7.00
2	7.05	7.10	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.41	7.47	7.52
3	7.57	7.63	7.68	7.74	7.79	7.85	7.90	7.96	8.01	8.07
4	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.42	8.48	8.54	8.60	8.66
5	8.72	8.78	8.84	8.90	8.96	9.03	9.09	9.15	9.22	9.28
6	9.35	9.41	9.48	9.54	9.61	9.67	9.74	9.81	9.88	9.94
7	10.01	10.08	10.15	10.22	10.29	10.36	10.43	10.50	10.58	10.65
8	10.72	10.79	10.87	10.94	11.02	11.09	11.17	11.24	11.32	11.40
9	11.47	11.55	11.63	11.71	11.79	11.87	11.95	12.03	12.11	12.19
10	12.27	12.35	12.44	12.52	12.61	12.69	12.77	12.86	12.95	13.03
11	13.12	13.21	13.29	13.38	13.47	13.56	13.65	13.74	13.83	13.92
12	14.02	14.11	14.20	14.30	14.39	14.49	14.58	14.68	14.77	14.87
13	14.97	15.07	15.17	15.27	15.36	15.47	15.57	15.67	15.77	15.87
14	15.98	16.08	16.19	16.29	16.40	16.50	16.61	16.72	16.83	16.93
15	17.04	17.15	17.26	17.38	17.49	17.60	17.71	17.83	17.94	18.06
16	18.17	18.29	18.41	18.52	18.64	18.76	18.88	19.00	19.12	19.24
17	19.37	19.49	19.61	19.74	19.86	19.99	20.12	20.24	20.37	20.50
18	20.63	20.76	20.89	21.02	21.15	21.29	21.42	21.56	21.69	21.83
19	21.96	22.10	22.24	22.38	22.52	22.66	22.80	22.94	23.08	23.23
20	23.37	23.52	23.66	23.81	23.96	24.11	24.26	24.41	24.56	24.71
21	24.86	25.01	25.17	25.32	25.48	25.63	25.79	25.95	26.11	26.27
22	26.43	26.59	26.75	26.92	27.08	27.25	27.41	27.58	27.75	27.92
23	28.09	28.26	28.43	28.60	28.77	28.95	29.12	29.30	29.47	29.65
24	29.83	30.01	30.19	30.37	30.55	30.74	30.92	31.11	31.29	31.48

รูป 6 ตารางค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง A - 8 (ต่อ) ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำ เป็น มิลลิบาร์

T °C	ทศนิยมของอุณหภูมิจึง									
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
25	31.67	31.86	32.05	32.24	32.43	32.63	32.82	33.02	33.21	33.41
26	33.61	33.81	34.01	34.21	34.41	34.61	34.82	35.02	35.23	35.44
27	35.65	35.86	36.07	36.28	36.49	36.71	36.92	37.14	37.36	37.58
28	37.80	38.02	38.24	38.46	38.69	38.91	39.14	39.36	39.56	39.82
29	40.05	40.29	40.52	40.75	40.99	41.23	41.47	41.70	41.94	42.19
30	42.43	42.67	42.92	43.17	43.41	43.66	43.91	44.16	44.42	44.67
31	44.93	45.18	45.44	45.70	45.96	46.22	46.49	46.75	47.02	47.28
32	47.55	47.82	48.09	48.36	48.64	48.91	49.19	49.47	49.74	50.02
33	50.31	50.59	50.87	51.16	51.45	51.74	52.03	52.32	52.61	52.90
34	53.20	53.50	53.80	54.10	54.40	54.70	55.00	55.31	55.62	55.93
35	56.24	56.55	56.86	57.18	57.49	57.81	58.13	58.45	58.77	59.10
36	59.42	59.75	60.08	60.41	60.74	61.07	61.41	61.74	62.08	62.42
37	62.76	63.10	63.45	63.80	64.14	64.49	64.84	65.20	65.55	65.91
38	66.26	66.62	66.98	67.35	67.71	68.08	68.45	68.81	69.19	69.56
39	69.93	70.31	70.69	71.07	71.45	71.83	72.22	72.60	72.99	73.38
40	73.78	74.17	74.57	74.97	75.36	75.77	76.17	76.57	76.98	77.39
41	77.80	78.21	78.63	79.05	79.46	79.88	80.31	80.73	81.16	81.58
42	82.01	82.45	82.88	83.32	83.75	84.19	84.64	85.08	85.52	85.97
43	86.42	86.87	87.33	87.78	88.24	88.70	89.16	89.63	90.09	90.56
44	91.03	91.51	91.98	92.46	92.94	93.42	93.90	94.39	94.87	95.36
45	95.85	96.35	96.84	97.34	97.84	98.35	98.85	99.36	99.87	100.38
46	100.89	101.41	101.93	102.45	102.97	103.50	104.03	104.56	105.09	105.62
47	106.16	106.70	107.24	107.78	108.33	108.88	109.43	109.98	110.54	111.10
48	111.66	112.22	112.79	113.36	113.93	114.50	115.07	115.65	116.23	116.81
49	117.40	117.99	118.58	119.17	119.77	120.37	120.97	121.57	122.18	122.79
50	123.40	124.01	124.63	125.25	125.87	126.49	127.12	127.75	128.38	129.01

รูป 7 ตารางค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดกรุงเทพฯ		เส้นรุ้ง 13°น		
ก. ข้อมูลแต่ละเดือน		ชั้นวางค	พฤศจิกายน	มกราคม
(1) อุณหภูมิเฉลี่ย °C				
(2) ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)%				
(3) ชีตความครึ้มของเมฆ (Cc)		3.6	4.4	3.2
(4) ความเร็วลมที่ระดับ 2 เมตร กม./วัน				
(5) ริงส์อาทิตย QA มม./วัน				
(6) สัมประสิทธิ์การสะท้อน r				
ข. คำนวณสมการ $Q_A (1-r) (0.26+0.50n/N)$				
(7) $n/N = 0.745+0.095Cc-0.02 C_c^2$				
(8) $(1-r)$				
(9) $(0.26+0.50n/N)$				
(10) รายการที่ (5)x(8)x(9)				
ค. คำนวณสมการ $\sigma T^4 (0.56-0.0797\sqrt{e_d})(0.10+0.90n/N)$				
(11) ความดันไอน้ำ มีลิบาร์				
a) ความดันไอน้ำอิ่มตัว e_a				
b) ความดันไอน้ำจริง $e_d = (R_h x e_a)$				
c) $\sqrt{e_d}$				
(12) σT^4				
(13) $(0.56-0.0797\sqrt{e_d})$				
(14) $(0.10+0.90 n/N)$				
(15) รายการที่ (12)x(13)x(14)				
ง. คำนวณค่า Q_n				
(16) รายการ (10)-(15)				
จ. คำนวณสมการ $E_a=0.262(e_a-e_d)(1+0.0062U_2)$				
(17) $0.262(e_a-e_d)$				
(18) $(1.0+0.0062U_2)$				
(19) รายการที่ (17)x(18)				
ฉ. คำนวณสมการ $E_{Tp} = \Delta Q_n + \gamma E_a$				
$\Delta + \gamma$				
(20) $\Delta/(\Delta + \gamma)$				
(21) $\gamma/(\Delta + \gamma)(1.0 - \text{รายการที่ } 20)$				
(22) รายการที่ (16)x(20)				
(23) รายการที่ (19)x(21)				
(24) $E_{Tp} = \text{รายการที่ } (22)+(23) \text{ มม./วัน}$ มม./เดือน				

รูป 8 ตารางการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้