ผลกระทบของการจัดการน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

Keooudone Sanmany

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชไร่

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2560

ผลกระทบของการจัดการน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

Keooudone Sanmany

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลกระทบของการจัดการน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

KEOOUDONE SANMANY

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(อาจารย์ ดร.เก นันทะเสน)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร .....
(อาจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง ผลกระทบของการจัดการน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว
ชื่อผู้เขียน Mr.Keooudone Sanmany
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.เก นันทะเสน

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการน้ำที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวฤดูนาปรัง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวที่ปลูกแบบเปียกสลับแห้ง (แกล้งข้าว) และเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำในการผลิตข้าว วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 6 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) แกล้งตลอดที่ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 5 เซนติเมตร (เปียกสลับแห้ง) 2) แกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร 3) แกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร 4) แกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร 5) แกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร และ 6) รักษาระดับน้ำตลอดฤดูกาลปลูกที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร ใช้พันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ อัตราเมล็ดพันธุ์ 5 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดแปลง 5 x 10 เมตร ดำเนินการที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทาน 1 (แม่แตง) จังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูนาปรัง 2559 พบว่า องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) วิธีแกล้งตลอดที่ระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 5 เซนติเมตร ใช้น้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 678.09 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม ในขณะที่วิธีรักษาน้ำตลอดใช้น้ำเท่ากับ 1,067.61 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่า วิธีเปียกสลับแห้งสามารถประหยัดน้ำได้ถึง 389.52 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม หรือลดปริมาณการใช้น้ำได้ร้อยละ 36.49 โดยให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับวิธีการควบคุมที่มีการรักษาระดับน้ำตลอดฤดูกาลปลูก

คำสำคัญ: ข้าว ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต การจัดการน้ำ เปียกสลับแห้ง

Title EFFECTS OF WATER MANAGEMENT ON GROWTH AND YIELD OF RICE

Author Mr.Keooudone Sanmany

Degree Master of Science Agronomy in Agronomy

Advisor Committee Chairperson Dr. Ke Nunthasen

ABSTRACT

This research studies appropriate water management for dry season. The study has the objective of assessing rice growth and yield components of alternate wetting and drying planted rice, and hence compare the amount of water used in cultivating one kilogram of paddy rice. The study makes use of Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replicates of six treatments 1) continuous alternate wetting and drying at 5 centimeter water level lower than soil surface. 2) alternate wetting and drying once at 15 centimeter 3) alternate wetting and drying twice at 15 centimeter 4) alternate wetting and drying once at 20 centimeter 5) alternate wetting and drying twice at 20 centimeter and 6) control of water level throughout the growing season at 5 centimeter above ground level. Riceberry variety seeds were used at 5 kg/rai in 5 x 10 meters plots. The experiment was conducted at Mae Tang irrigation research station in Chiang Mai province during 2016 dry season. The result showed that yield and yield components were not statistically significant differente ($p > 0.05$). Continuous alternate wetting and drying at 5 centimeter water level lower than soil surface used the lowest amount of water at 678.09 liters per one kilogram of paddy rice. Controlled water method was at 1,067.61 liters per one kilogram of paddy rice. This signifies that alternate wetting and drying method can help minimize the use of water up to 389.52 liters per 1 kg of paddy rice or 36.49 % of used water and giving non significantly different in yield controlled water method throughout the growing season ($p > 0.05$).

Key words: Rice, yield, yield component, water management, alternete wetting and drying.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร พงศ์ศุภสมิทธิ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ช่วยชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง และทุ่มเทในการถ่ายทอดความรู้ให้ข้าพเจ้าตลอดมา รวมทั้งประธานกรรมการที่ปรึกษาหลัก ดร. เก นันทะเสน พร้อมด้วยคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน์ และ ดร. ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์ ที่ได้ให้ข้อคิดคำแนะนำที่ดี ๆ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้ง 4 ท่าน เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เกิดความสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และหัวหน้าศูนย์สถานีทดลองน้ำชลประทาน 1 (แม่แตง) และเจ้าหน้าที่วิชาการประจำสถานี ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง และขอขอบพระคุณ Thailand International Development Cooperation Agency (TICA) Scholarship ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนครอบครัว และเพื่อนทุกท่านที่ให้โอกาสในการศึกษาเรียนรู้ พร้อมสนับสนุนปัจจัยอื่นๆจนการศึกษาประสบผลสำเร็จทุกประการ

ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์และองค์ความรู้ต่างๆ ข้าพเจ้าขอมอบไว้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อบกพร่องหรือมีส่วนที่ไม่สมบูรณ์ประการใดข้าพระเจ้ายินดีน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

Keooudone Sanmany

พฤศจิกายน 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญตารางผนวก ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 4

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว 4

การจำแนกประเภทข้าว 8

วิธีการปลูกข้าวในประเทศไทย 12

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต 14

การใช้น้ำของพืช 17

การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 23

อิทธิพลของน้ำต่อการผลิตข้าว 25

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 31

อุปกรณ์ 31

หน้า

วิธีการดำเนินงาน 31
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 38
การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว 38
วิจารณ์ผลการทดลอง 46
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 48
บรรณานุกรม 49
ภาคผนวก 50
ประวัติผู้วิจัย 58

สารบัญตาราง

ตารางที่ ห้นา

1 การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว 42

2 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตข้าว 44

3 สหสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำ 45

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 แผนผังการทดลอง..... 32

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่ หน้า

1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่อายุ 62 วันหลังเพาะปลูก 54

2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่อายุ 90 วันหลังเพาะปลูก 54

3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่อายุ 145 วันหลังเพาะปลูก 55

4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอ 62 วันหลังเพาะปลูก 55

5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอ 90 วันหลังเพาะปลูก 56

6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรวงต่อกอ 56

7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุวันออกดอก 50 % วัน หลังเพาะปลูก 57

8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อกอ 57

9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อรวง 58

10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 58

11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวต่อรวง 59

12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตกิโลกรัมต่อพื้นที่สุ่ม 59

13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร) 60

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

น้ำมีความสำคัญต่อการปลูกพืช โดยเฉพาะการปลูกข้าวที่ใช้น้ำเป็นจำนวนมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ การปลูกข้าวในประเทศไทยในระยะผ่านมาส่วนมากเกษตรมักปล่อยน้ำเข้านามากกว่าความต้องการของข้าว เพราะข้าวไม่ใช่พืชน้ำ แต่เป็นพืชทนน้ำขัง จึงเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมากในการปลูกข้าวนาปรังปัจจุบันมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำอยู่ทุกปีโดยเฉพาะในปีที่ประสบปัญหาฝนแล้ง ภัยแล้ง ถึงแม้ว่ารัฐบาลจะมีนโยบายให้ลดการปลูกข้าวนาปรัง และสนับสนุนให้มีการปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่มีการใช้น้ำน้อยแทนข้าว แต่ดินนาบางประเภทไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อปลูกพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่ข้าว และเกษตรกรส่วนมากยังมีความต้องการปลูกข้าวนาปรังมากขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในพื้นที่เขตชลประทานภาคกลางและภาคเหนือ ซึ่งผลิตข้าวได้มากกว่าปีละ 2 ครั้ง และบางปี 3 ครั้ง ทำให้มีรอบการผลิตค่อนข้างเร็วและไม่เป็นฤดูกาล ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหลายประการในกระบวนการจัดการผลิตข้าวนาชลประทาน รวมทั้งเรื่องการจัดสรรและจัดการน้ำชลประทานที่ไม่เพียงพอตามความต้องการของเกษตรกร

การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งเป็นวิธีการที่ให้น้ำน้อยและสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในนาข้าวน้อยลง แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิต การปลูกแบบเปียกสลับแห้งหรือการแกล้งข้าวไม่ได้หมายความว่าทำให้ข้าวขาดน้ำ แต่เป็นการลดปริมาณน้ำน้อยลงในการทำนาปรัง ซึ่งสอดคล้องกับ ศจี (2537) ได้กล่าวว่า การปลูกข้าวแบบให้น้ำขังตลอด กับ วิธีการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งเป็นการควบคุมระดับน้ำในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจนกระทั้งข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก ในขณะที่เกษตรกรในปัจจุบันมีการใช้น้ำมากเกินไปในการผลผลิตข้าว จึงไม่เป็นผลดีต่อการเกษตรในปัจจุบัน

ดังนั้น การศึกษาการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งจึงเป็นแนวทางในการตัดสินใจที่เหมาะสมให้เกษตกรสามารถเลือกวิธีการที่ใช้น้ำน้อยที่สุดและไม่ส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวที่ปลูกแบบเปียกสลับแห้ง
2. เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำในการผลผลิตข้าวเปลือก ระหว่างการปลูกแบบเปียกสลับแห้งและแบบรักษาน้ำตลอดฤดูการปลูก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแนะนำเกษตกรผู้ปลูกข้าว โดยนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีการผลิตของเกษตรกรไทยต่อไปในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนการทดลองที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 1 (แม่แตง) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูนาปรังเริ่มตั้งแต่ ธันวาคม 2558 -พฤษภาคม 2559 โดยใช้ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

1. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต องค์ประกอบของผลผลิต ผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำ
2. วิเคราะห์ความข้อมูลทางสถิติ (วิเคราะห์ความแปรปรวน; ANOVA)
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Least Significant Difference: LSD

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า (annual grass) ถูกจัดอยู่ในสกุล *Oryza* ของวงศ์ Poaceae สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และเขตอบอุ่น (temperate zone) มีประมาณ 20 ชนิด (species) โดยที่ส่วนใหญ่ในสภาพธรรมชาติมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด (diploid, 2n=24) และส่วนน้อยมีโครโมโซม 4 ชุด (tetraploid 2n=48) ข้าวจัดเป็นแหล่งอาหารหลักที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่สำคัญในการดำรงชีวิตของประชากรโลก ทั้งการใช้บริโภคเป็นอาหารหลักในชีวิตประจำวันและใช้ในด้านอุตสหกรรม (บุญหงษ์, 2557)

นักวิชาการได้แบ่งประเภทข้าวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud.) ข้าวเอเชียมีการปลูกทั่วไปในเอเชีย สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ยุโรป และแอฟริกา ส่วนข้าวแอฟริกามีการปลูกเฉพาะทางด้านทิศตะวันตกของทวีปแอฟริกาเท่านั้น (ฐีรวุฒิและพรพนา, 2539)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว

ข้าว (rice) จัดเป็นพืชล้มลุกในตระกูลหญ้าและลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ราก ลำต้น และใบส่วนต่างๆของต้นกล้าซึ่งเพาะให้งอกในที่มีแสงแดด(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2559) ได้กล่าวถึงดังนี้

ราก (root) รากของข้าวจัดอยู่ในระบบรากฝอย (fibrous root system) มีรากเล็กๆ ที่แตกออกมาที่โคนต้นที่อยู่ใต้ดินและมีรากขนอ่อน (root hair) งอกออกมาจากรากทำหน้าที่ดูดอาหารราก ข้าวส่วนใหญ่จะแตกที่ข้อในดินใกล้ผิวดินแต่บางครั้งรากข้าวจะแตกออกมาตามข้อที่อยู่ในน้ำเหนือผิวดิน

ลำต้น (culm) ข้าวประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อ (node) และปล้อง (internode) สลับกันไป ข้อนอกจากเป็นที่ที่กาบใบติดอยู่กับส่วนของลำต้นแล้วมีตาที่อยู่ตามข้อของป้องต่างๆ บริเวณโคนต้นเจริญเติบโตเป็นหน่อ (tiller) กอข้าวจึงประกอบด้วยต้นหลักหรือต้นแม่ (main culm) ซึ่งเป็นต้นข้าวที่เกิดจากเมล็ดโดยตรงและหน่อที่เกิดจากโคนต้นแม่เรียกว่าหน่อแรก (first tiller or primary-tiller) และหน่อที่เกิดจากตาที่โคนของหน่อแรกเรียกว่าหน่อที่สอง (secondary tiller) หน่อที่สองอาจจะแตกหน่อที่สาม (tertiary tiller) ต่อไป

ใบ (leaf) ใบข้าวประกอบด้วยกาบใบ (leaf sheath) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มข้อและปล้องส่วนที่ติดอยู่ด้านบนสุดของกาบใบคือแผ่นใบ (leaf blade) ตรงรอยต่อระหว่างแผ่นใบและกาบใบและกาบใบมีลักษณะคล้ายรอยพับเรียกว่าข้อต่อใบ (collar) ซึ่งมีเยื่อกันน้ำฝน (ligule) มีลักษณะเป็นเยื่อบางใส อาจมีสีชมพูอ่อนหรือสีม่วงเห็นได้ชัดเจนเมื่อใบยังอ่อนอยู่ใกล้ๆ กับเยื่อกันน้ำฝนตรงรอยต่อกับกาบใบเห็นเขี้ยวกันแมลง (auricle) ใบธง (flag leaf) คือ ใบที่อยู่ถัดจากรวงข้าวลงมาถ้ามีลักษณะตั้งตรงและอยู่สูงพอๆ กับระดับรวงหรือสูงกว่าเป็นลักษณะที่ดีเพราะในระยะข้าวออกดอกผสมเกสรและสร้างเมล็ดใบธงมีอิทธิพลอย่างมากในการปรุงอาหาร

ดอกข้าว (spikelet) ดอกของข้าวมีลักษณะเป็นช่อเรียกว่าช่อดอก (inflorescence) มีแขนงบนช่อดอกเป็นแบบรวง (panicle) แขนงแรก (primary branch) ของรวงเกิดขึ้นตรงข้อบน (panicle base) ของคอรวง (uppermost internode) ซึ่งเป็นปล้องสุดท้ายของลำต้น แขนงต่อไปเกิดบนแกนรวง (panicle axis) ถัดขึ้นไปจากข้อบนสุดจนถึงปลายรวงบนแขนงดังกล่าวยังแตกเป็นแขนงย่อย (secondary branch) และบนแขนงย่อยเหล่านี้เกิดมีดอกข้าว (spikelet) เกิดขึ้นบนก้านดอก (pedicle) ดอกข้าวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ประกอบด้วยกลีบดอก 2 กลีบ คือ กลีบดอกใหญ่ (lemma) และกลีบดอกเล็ก (palea) ในข้าวบางพันธุ์ที่ปลายสุดของกลีบดอกใหญ่อาจมีหาง (awn) ยาว ในขณะที่บางพันธุ์มีหางสั้นหรือไม่มีและเมื่อเมล็ดข้าวแก่กลีบทั้งสองก็จะกลายเป็นเปลือก (hull) ภายในดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ (stamen) ซึ่งมีอับเกสรตัวผู้ (anther) 6 อัน และก้านชูเกสรตัวผู้ (filament) เกสรตัวเมีย (pistil) ประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมีย (stigma) 2 อัน และก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ซึ่งมาเชื่อมกับรังไข่ (ovary) ที่โคนเกสรตัวเมีย ดอกขาวบานในช่วงเช้า โดยปกติดอกแรกจะบานหลังจากช่อดอกโผล่พ้นใบธงประมาณ 1-2 วัน และในรวงหนึ่งๆ ใช้เวลา 5-7 วัน

รวงข้าว (panicle) หมายถึง ช่อดอกของข้าว (Inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธงเรียกว่าคอรวง ดังนั้น คอรวงจะสั้นหรือยาว ย่อมขึ้นอยู่กับระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง นอกจากนี้ ที่ข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฐานของรวงหรือฐานของช่อดอก

รวงข้าวประกอบด้วยก้านอันใหญ่ต่อจากคอรวงขึ้นไป แล้วแตกแขนงแบบ racemose-mode branching ออกไปมากมาย โดยแต่ละข้อของก้านอันใหญ่แตกแขนงออกไปเรียกว่า แขนงที่หนึ่ง primary branches และแต่ละข้อของแขนงที่หนึ่งแตกแขนงออกไปอีกเป็นแขนงที่สอง secondary branches ดอกข้าว spikelets มีก้านดอก เรียกว่า pedicel จะติดอยู่ที่แขนงที่สองของรวงข้าว ลักษณะของรวงข้าวเช่น ความยาว รูปร่าง ความถี่ห่างของข้อของแขนงหรือระแง้ ตลอดถึงมุมของการแตกแขนงออกไปเป็นแขนงที่หนึ่งและแขนงที่สองนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว การมีข้อของแขนงที่หนึ่งและแขนงที่สองถี่นั้นเรียกว่า ระแง้ถี่ ทำให้มีจำนวนดอกต่อรวงมาก ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์ข้าวที่จะให้ผลผลิตสูง

เมล็ด (grain) เกิดขึ้นหลังจากการผสมพันธุ์ข้าวใช้เวลาในการสร้างเมล็ด หลังจากการผสมพันธุ์เมล็ดแก่ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน ข้าวที่ปลูกในเขตร้อน และ 45-60 วัน ข้าวที่ปลูกในเขตอบอุ่นเมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนภายนอกที่เป็นเปลือก (hull) ส่วนที่อยู่ภายในหลังจากที่เอาเปลือกออกมาแล้วเรียกว่าข้าวกล้อง (brown rice) หรือ Rice caryopsis ส่วนที่เป็นข้าวกล้องคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 72-82 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักทั้งหมดของเมล็ดข้าว ข้าวกล้องประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นนอกสุด (pericarp layer) เป็นเนื้อเยื่อบางๆ ชั้นถัดไป คือ เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นใน (seed coat) และถัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นในคือ nucleus และชั้นในสุดเป็นเยื่อบางๆ คือ aleuronic layer หุ้มส่วนที่เป็นแป้ง (starch) มีสีขาวขุ่นหรือสีขาวใสและส่วนของจมูกข้าว (embryo) ส่วนของเมล็ดที่เป็นแป้งใน endosperm ประกอบด้วยเม็ดแป้ง (starch granule) และโปรตีน (protein bodies) ซึ่งจะอยู่รอบนอกใกล้กับชั้นในสุดของเยื่อหุ้มแป้ง (aleuronic layer) ส่วนเม็ดแป้งอยู่ด้านใน ข้าวกล้องมีโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ แต่ในข้าวสารมีโปรตีนเพียง 6-7 เปอร์เซ็นต์ บางครั้งในเมล็ดข้าวสารจะเห็นสีขาวขุ่นอยู่ภายในเรียกว่าท้องไข่หรือท้องปลาซิว (abdominal white หรือchalkiness) ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากลักษณะประจำพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเมล็ดข้าวเปลือกเมื่อนำไปสีได้แกลบ (husk) ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ รำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และได้ข้าวสารซึ่งประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด (whole grain) ต้นข้าว (head rice) และปลายข้าว (broken rice) ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

Yoshida (1981) รายงานว่าข้าวเป็นพืชที่ใช้เวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงสุกแก่ประมาณ 3-6เดือน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม การแบ่งระยะการเจริญเติบโตของข้าวโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น3 ระยะ คือ การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative phase) ระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ (reproductive phase) และระยะการสุกแก่ (ripening)

ระยะการเจริญเติบตางลำต้นและใบ หลังจากปลอกหุ้มยอดอ่อน (coleoptile) โผล่พ้นเมล็ดได้ประมาณ 3 วัน เห็นใบแรกโผล่ออกมาจากปลอกหุ้มยอดอ่อนและอีกประมาณ 5-10 ใบ วันต่อมาใบที่ 2 และใบที่ 3 ออกตามมาจนกระทั่งข้าวมีใบประมาณ 5-7 ใบ เรียกต้นอ่อนของข้าวในระยะต้นกล้า ซึ่งมีอายุประมาณ 25-30 วัน การเจริญเติบโตในระยะนี้มีการเพิ่มจำนวนใบความสูงและการแตกกอ การเจริญเติบโต ในระยะนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ

ต้นกล้า (seedling stage) จะเริ่มตั้งแต่ข้าวเริ่มงอกจากเมล็ดจนกระทั้งต้นข้าวเริ่มแตกกอ การเจริญเติบโตในช่วงนี้มีระยะเวลาประมาณ 20 วัน ต้นข้าวจะมีใบ 5-6 ใบ ในระยะนี้ต้นข้าวจะใช้อาหารสำรองจากในเมล็ดเป็นส่วนใหญ่

ระยะแตกกอ (tillering stage) จะเริ่มจากต้นข้าวแตกกอจนกระทั้งเริ่มสร้างรวงอ่อนข้าวจะแตกกอเต็มที่หลังจากระยะกล้ามาอีก 30-50 วัน พันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงแต่ถ้าเป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสงการสร้างรวงอ่อนต้องรอให้มีช่วงแสงสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤติ (critical photo-period) ที่ทำให้ข้าว

ออกดอกได้ พันธุ์ข้าวที่มีอายุหนักการยืดตัวของลำต้นจะเกิดขึ้นก่อนที่เริ่มสร้างรวงอ่อน สำหรับข้าวอายุเบาการยืดตัวและการสร้างรวงอ่อนจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน

ระยะการเจริญทางสืบพันธุ์ เริ่มจากระยะที่ต้นข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน (panicle ini-tiation) ตั้งท้อง (booting) ออกดอก (flowering) จนถึงการปฏิสนธิ (fertilization) การเจริญเติบโตของระยะสืบพันธุ์ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 30-35 วันในระยะนี้การยืดปล้องและการแตกหน่อลดลงการพัฒนาการในระยะนี้แบ่งออกได้ดังนี้

การสร้างรวงอ่อน (panicle initiation) เมื่อข้าวเจริญเติบโตถึงระยะแตกกอสูงสุด ถ้าฉีกกาบใบออกมาให้หมดจะเห็นยอดรวงอ่อน (panicle primordial) ตรงข้อสุดท้ายของลำต้นในข้าวพันธุ์เบาที่มีอายุตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บกี่ยว 90-100 วัน ข้าวจะสร้างรวงอ่อนหลังปักดำประมาณ 30 วันในพันธุ์ข้าวที่มีอายุปานกลาง (100-120) ข้าวจะสร้างรวงอ่อนหลังปักดำประมาณ 45 วัน ส่วนพันธุ์ข้าวที่มีอายุตั้งแต่ 120 วันขึ้นไป การสร้างรวงอ่อนเกิดขึ้นหลังปักดำประมาณ 70-75 วัน

การพัฒนาช่อดอก (panicle development) ยอดรวงอ่อนซึ่งยังถูกหุ้มด้วยกาบใบธงพัฒนาเป็นรวงอ่อนดอกเล็กๆ บนก้านรวงอ่อนจะเพิ่มจำนวนขึ้น ถ้าหากข้าวขาดน้ำและธาตุอาหารในช่วงนี้มีผลกระทบต่อจำนวนดอกทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงได้

การตั้งท้อง (booting) นับจากที่เห็นยอดรวงอ่อนพ้นข้อบนสุดของปล้องสุดท้ายของต้นแม่ประมาณ 15-20 วัน ต้นข้าวภายนอกที่กาบใบธงจะพองกลมโตกว่าส่วนล่างของลำต้นซึ่งเป็นระยะที่ข้าวตั้งท้อง

การออกรวง (heading) ก้านช่อดอกของข้าวจะส่งช่อดอกให้พ้นกาบใบธง ข้าวบางพันธุ์รวงข้าวจะพ้นกาบใบธงแต่บางพันธุ์จะมีส่วนล่างๆ ของรวงติดค้างอยู่ภายในกาบใบธง ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะประจำพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

การออกดอก (flowering) เมื่อรวงข้าวโผล่พ้นใบธงแล้วรวงข้าวยังคงมีลักษณะตั้งตรง ดอกของข้าวเริ่มบานจากปลายรวงลงไปยังโคนรวงนับจากวันที่เห็นยอดรวงอ่อนไปประมาณ 25 วัน ดอกข้าวเริ่มบานการนับวันออกดอกของข้าวนับได้เมื่อข้าวออกดอกแล้วมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

การผสมเกสรและการปฏิสนธิ (pollination and fertilization) ดอกข้าวเริ่มบานตั้งแต่เวลา 08.30 น. ถึง 14.00 น. ขึ้นยู่กับพันธุ์ อุณหภูมิ ความชื้น แต่ในเขตร้อนดอกข้าวบานมากที่สุดในเวลา 9.30-10.00 น. หลังจากการผสมเกสรแล้วเกิดการปฏิสนธิในรังไข่

ระยะการสุกแก่ หลังจากที่มีการปฏิสนธิในรังไข่แล้วประมาณ 7-10 วัน มีน้ำขุ่นๆ คล้ายน้ำนมอยู่ในกลีบดอกของข้าวเรียกระยะนี้ว่าระยะน้ำนม (milky stage) และอีก 7-10 วัน ส่วนที่เป็นน้ำนมเกาะตัวกันเป็นก้อนนิ่มๆ เรียกระยะนี้ว่าระยะการเริ่มสร้างแป้ง (dough stage) และอีก 10-15 วัน ต่อมาแป้งจะแข็งตัวและเมล็ดก็จะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity)

การจำแนกประเภทข้าว

แหล่งปลูกข้าวของเอเชียในสมัยก่อนนั้นมีหลายแห่งด้วยกัน เช่น บริเวณที่ราบของแม่น้ำตอนเหนือในอินเดีย บริเวณตะวันออกตอนล่างของเทือกเขาหิมาลัย ผ่านบริเวณตอนบนของพม่า ภาคเหนือของประเทศไทย ลาว และเวียดนามเหนือ ไปจอดบริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้และตอนใต้ของประเทศจีน ซึ่งพันธุ์ข้าวปลูกในบริเวณดังกล่าวนี้จัดอยู่ในพวก *Oryza sativa* หรือที่เรียกว่าข้าวปลูกสายเอเชียทั้งสิ้น สืบเนื่องมาจากความแตกต่างทางสภาพพื้นที่และภูมิอากาศของแหล่งปลูกข้าว สามารถแบ่งข้าวได้ 3 ประเภท (บุญหงษ์, 2557) ได้แก่

Indica เป็นข้าวเมล็ดยาวเรียว เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณเขตร้อน เช่น ศรีลังกา จีนตอนใต้และตอนกลาง อินเดีย อินโดนีเซีย บังกลาเทศ ไทย และฟิลิปปินส์ เป็นต้น จากการสันนิษฐานเชื่อกันว่ามีการปลูกครั้งแรกในบริเวณตอนกลางของลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียง เมื่อก่อน ค.ศ. 200 ก่อนที่จะแพร่กระจายไปสู่บริเวณตอนใต้ของอินเดีย ศรีลังกา หมู่เกาะมลายู ภาคกลาง และภาคใต้ของจีน และหลังจากนั้นก็ได้มีผู้นำข้าวไปปลูกในตะวันออกกลาง ยุโรป และแอฟริกา

Japonica เป็นข้าวเมล็ดสั้นป้อม มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลส (amylose) ต่ำ เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น เช่น ประเทศจีนตอนเหนือและตะวันออก ญี่ปุ่น เกาหลี ยุโรปตอนใต้ รัสเซีย อเมริกาใต้ สันนิษฐานว่าแหล่งกำเนิดอยู่ในบริเวณลุ่มแม่น้ำเหลืองของจีนและตอนล่างของลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียง ทั้งนี้โดยการนำพันธุ์ข้าวจากบริเวณเนปาล อัสสัม พม่า ยูนนาน และอินโดจีนเข้ามาปลูกในบริเวณดังกล่าวจนพันธุ์ข้าวได้มีการปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น

Javanica เป็นข้าวต้นสูงเมล็ดใหญ่ป้อม สันนิษฐานว่าเกิดขึ้นจากการคัดเลือกพันธุ์จากข้าวอินดิคาและได้นำเข้ามาปลูกในประเทศอินโดนีเซียครั้งแรกในเวลามากว่า 1,800 ปีก่อนคริสตกาลและต่อมาได้มีการนำไปปลูกบ้างในประเทศฟิลิปปินส์ ไต้หวันและญี่ปุ่น ข้าวจาวานิคาส่วนใหญ่จะปลูกในประเทศอินโดยนีเซียเท่านั้น

การจำแนกชนิดของข้าวสามารถจำแนกออกได้หลายวิธีดังนี้

1. ความสั้นยาวของเมล็ดข้าวสาร

สามารถจำแนกได้ตามสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ได้ดังนี้

1.1 ข้าวเมล็ดสั้น (short grain) เมล็ดมีความยาวน้อยกว่า 5.50 มิลลิเมตร

1.2 ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง (medium-long grain) เมล็ดมีความยาวระหว่าง 5.51-6.60 มิลลิเมตร

1.3 ข้าวเมล็ดยาว (long grain) เมล็ดมีความยาวระหว่าง 6.61-7.50 มิลลิเมตร

1.4 ข้าวเมล็ดยาวมาก (extra-long grain) เมล็ดมีความยาวมากกว่า 7.51 มิลลิเมตร ขึ้นไป (อรอนงค์, 2547)

2. คุณสมบัติทางเคมีภายในเมล็ด

2.1 ข้าวเจ้า (non-glutinous rice) เป็นข้าวที่มีแป้งธรรมดาเมื่อสุกแก่แล้วจะร่วงเมล็ดไม่เกาะติดกัน ส่วนใหญ่เนื้อของเมล็ดหรือเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ในเมล็ดจะใสเมล็ดประกอบไปด้วยส่วนของแป้ง (starch) ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็น amylopectin ประมาณ 60-90 เปอร์เซ็นต์ และ amyloseประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งข้าวเจ้าตามปริมาณของ amylose ที่มีอยู่ในเมล็ด ดังนี้

2.1.1 ข้าวที่มี amylose น้อยคือ มีปริมาณของ amylose อยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีความนุ่มและมีความเหนียว

2.1.2 ข้าวเจ้าที่มี amylose ปานกลาง คือ มีปริมาณของ amylose อยู่ปริมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีนุ่มเหนียวมาก

2.1.3 ข้าวเจ้าที่มี amylose มาก คือ มีปริมาณของ amylose อยู่ปริมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะร่วนแข็งแทบจะไม่มีความเหนียวน้อยเลย

2.2 ข้าวเหนียว (glutinous rice) เป็นข้าวที่เมล็ดมีแป้งประกอบด้วย amylopectin เกือบทั้งหมด คือ 95-100 เปอร์เซ็นต์ มี amylose น้อยมากบางครั้งพบว่าไม่มีเลย ทำให้เมื่อสุกมีความเหนียวมากเมล็ดข้าวจับตัวกันแน่น (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

3. คุณสมบัติที่มีต่อช่วงแสง โดยสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ปะเภท คือ

3.1 ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง (photoperiod sensitive variety) เป็นข้าวที่ปลูกทั่วไปในประเทศไทย โดยจะปลูกในช่วงการทำนาปี คือ ช่วงฤดูฝนข้าวที่ไวต่อแสงช่วงแสงนี้จะเริ่มเกิดช่อดอกเมื่อช่วงแสงสั้น คือ ช่วงที่มีกลางวันสั้นกว่ากลางคืน (เวลาตอนกลางวันน้อยกว่า 12 ชั่วโมงเวลาตอนกลางคืนมากกว่า 12 ชั่วโมง) การออกช่อดอกและอายุไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพของแสงแดด

3.2 ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง (non-photoperiod sensitive variety) ความสั้น-ยาวของช่วงแสงในเวลากลางวันและกลางคืนไม่มีผลกระทบต่อการเกิดช่อดอกของข้าวพวกนี้ โดยจะออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อเจริญเติบโตครบตามอายุ ดังนั้นจึงสามารถเพาะปลูกได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงฤดูกาลเพียงแต่ต้องระวังไม่ให้ข้าวสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตตรงกับช่วงฤดูฝน เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตอย่างมาก ข้าวที่ไม่ไวต่อแสงสามารถปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรังโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ชลประทานที่มีการนำใช้น้ำตลอดปี (ประพาส, 2526; ไสว, 2534)

4. ฤดูการปลูกข้าวในประเทศไทยสามารถจำแนกออกได้ ดังนี้ คือ

4.1 ข้าวนาปี หรือ ข้าวนาน้ำฝน (rain fed rice) คือ ข้าวที่เพาะปลูกในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูการทำนาปกติของประเทศไทย โดยจะเริ่มลงมือทำนาตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จสิ้นประมาณเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธุ์ของแต่ละปี

4.2 ข้าวนาปรัง หรือ ข้าวนอกฤดู (off-season rice) คือ ข้าวที่เพาะปลูกนอกฤดูการทำนาปกติคือเพาะปลูกนอกฤดูฝน โดยส่วนใหญ่จะทำนาปรังได้ในพื้นที่ชลประทานดีหรือพื้นที่ที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ หรือพื้นที่มีการเก็บน้ำไว้ใช้ในการเพาะปลูกได้อย่างเพียงพอ ซึ่งพันธุ์ข้าวที่นำมาใช้ในการเพาะปลูกในการทำนาปรังนี้เป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง การทำนาปรังจะเริ่มตั้งแต่ประมาณเดือนมกราคมเป็นต้นไป (อรรควุฒิ, 2530)

5. การจำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว

5.1 ข้าวเบา (early variety) คือ ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 90-100 วัน

5.2 ข้าวกลาง (medium variety) คือ ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน

5.3 ข้าวหนัก (late variety) คือ ข้าวที่มีอายุเก็บเกี่ยว 120 วันขึ้นไป

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง “ข้าวจ้าวหอมนิล” กับ “ข้าวขาวดอกมะลิ 105” ลักษณะเป็นข้าวจ้าวสีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ข้าวกล้องมีความนุ่มนวลมากสามารถปลูกตลอดทั้งปี ให้ผลผลิตต่อไร่ปานกลาง ต้านทานต่อโรคไหม้ ไม่ต้านทานโรคหลาว จึงควรเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ทุกรอบการปลูก คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วีตามินอี แทนนิน สังกะสี โฟเลตสูง มีดัชนี น้ำตาลต่ำ-ปานกลาง นอกจากนี้รำข้าวและน้ำมันรำข้าว ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดีเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารเชิงบำบัดอีกด้วย ต้นมีความสูง 105-110 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 130 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 300-500 กิโลกรัมต่อไร่ (อภิชาต, 2557)

การปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่จำเป็นต้องใช้กระบวนการผลิตที่ดีและเหมาะสม แต่เกษตรกรทั่วไปมักคุ้นเคยกับการทำนาหว่านและใช้สารเคมีในการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ได้จึงไม่ผ่านกระบวนการลดความชื้น และขาดการสร้างตลาดส่งผลให้เกษตรกรรายย่อยมักประสบปัญหาด้วยเหตุนี้จึงสอดคล้องกับ “โครงการเพิ่มผลผลิตข้าวไรซ์เบอร์รีอินทรีย์” ของกระทรวงพาณิชย์ที่ต้องการขยายพื้นที่การเพะปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่มาตรฐานเกษตรอินทรีย์สากลและเพื่อส่งเสริมเกษตรกรให้เกิดการรวมกลุ่ม มีระบบการบริหารจัดการการผลิต การแปรรูป รวมถึงการตลาดที่เข้มแข็ง

อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ เกิดการรวมกันเป็นกลุ่มที่ใหญ่ขึ้น สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ เรียกว่า “Riceberry valley” ที่มีระบบการบริหารจัดการการ

ผลิต การแปรรูป และการตลาด และมีคณะกรรมการที่เข้มแข็ง ซึ่งนอกจากเกษตรกรในโครงการจะได้รับเมล็ดพันธุ์ ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตแล้วนั้น เกษตรกรยังจะได้รับความรู้ต่าง ๆ ทั้งทฤษฎี และปฏิบัติจากเจ้าหน้าที่ที่ผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนวิทยากรที่มีการจัดอบรมความรู้ให้แก่กลุ่มเกษตรกรเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในการทำระบบมาตรฐานเกษตรอินทรีย์การทำข้าวอินทรีย์ตามลักษณะของพันธุ์ข้าวโครงการเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้พัฒนา และนำแนวทางแก้ไข ความเสี่ยงไปใช้แก้ไข ปรับปรุงแปลงนาข้าวไรซ์เบอร์รี่อินทรีย์ให้ได้รับมาตรฐานสากล(IFOAM)

การทำนาปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่อินทรีย์จึงเป็นการทำนาแบบทางเลือกใหม่ของเกษตรกรชาวนาที่หันมาทำนาแบบปลอดสารพิษ เพราะนอกจากไม่ทำรายธรรมชาติ ไม่ใช้ยาฆ่าแมลง ไม่ใช้สารเคมี ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี อันเป็นการลดต้นทุนที่สูงอีกด้วย หากเกษตรกรคนไหนที่คิดจะปลูกข้าวไรซ์เบอร์รีอินทรีย์ จึงควรตระหนักและหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจถ่องแท้ก่อนตัดสินใจหรือสามารถสอบถามข้อมูลต่างๆ (เกษตรกรก้าวหน้า, 2558)

คณาจารย์ภาควิชาไร่นา (2542) รายงานว่า ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความ สำคัญต่อสังคมไทยและเป็นแหล่งอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรตแต่ละวันแต่ละปี ข้าวที่เหลือจากการบริโภคถูกส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น จีน อินโดนีเซีย อิหร่าน ฮ่องกง มาเลเซียและสิงคโปร์ โดยเฉพาะใน พ.ศ. 2540 สามารถนำเงินเข้าประเทศได้มากกว่า 60,000 ล้านบาท นับตั้งแต่ พ.ศ. 2522 เป็นต้นมาประเทศไทยครองความเป็นอันดับหนึ่งในการส่งข้าวไปเลี้ยงประชากรเกือบทั่วโลกจากการส่งออกข้าวสาร 3 ล้านตันและใน พ.ศ. 2540 มีการส่งออกถึงประมาณ 6 ล้านตัน แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการแข่งขันทั้งทางด้านการผลิตและการตลาดของประเทศไทยเหนือกว่าอีกหลายประเทศที่เป็นคู่แข่งที่สำคัญ เช่น อินเดีย สหรัฐอเมริกา พม่า และเวียดนาม แต่สถานการณ์นี้อาจเปลี่ยนไปได้ถ้ารัฐบาลไม่ให้การสนับสนุนด้านการพัฒนาพันธุ์ข้าวคุณภาพดีและด้านการเกษตรกรรมเพาะในปัจจุบันตลาดข้าวคุณภาพต่ำถูกพม่าและเวียดนามยึดครองจากไทยไปเกือบหมดแล้ว ดังนั้นอนาคตของข้าวไทยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมุ่งเน้นไปที่การผลิตคุณภาพสูงเพื่อการส่งออก โดยอาศัยความได้เปรียบทางด้านชื่อเสียงเป็นผู้ผลิตข้าวคุณภาพดี และเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดของโลกมาเป็นเวลานาน ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีประมาณ 55 ล้านไร่ สามารถผลิตข้าวเปลือกได้ปีละประมาณ 38 ล้านตัน และพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังประมาณ 6 ล้านไร่ สามารถผลิตข้าวเปลือกได้ปีละประมาณ 4 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 631 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

วิธีการปลูกข้าวในประเทศไทย

การปลูกข้าวในประเทศไทยมีหลายรูปแบบแต่โดยส่วนใหญ่นิยมปลูก 4 วิธี คือ

1. การปลูกข้าวนาดำ (Transplanting or indirect seeding method)

- การเตรียมดินแปลงทำนาดำ ประกอบด้วย การไถดะ หมายถึงการไถครั้งแรกเมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะพลิกกลับหน้าดินและทำลายวัชพืช แล้วตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ก่อนที่จะทำการไถแปรหรือไถครั้งที่สอง

- การตกกล้า อาจกระทำได้ในสภาพดินเปียก โดยมีการเตรียมดินในแปลงกล้า หลังจากเตรียมดินแล้วให้ยกแปลงกล้าสูงขึ้นจากระดับน้ำในผืนนาประมาณ 3-5 เซนติเมตร ปรับดินเทือกในแปลงให้ราบเรียบสม่ำเสมอและเปียกชื้นตลอดเวลาขนาดของแปลงไม่ควรจะกว้างมากหนัก แต่ควรให้มีความยาว จากนั้นนำเอาเมล็ดพันธุ์ที่ใส่ถุงผ้าดิบลงแช่น้ำ 12-24 ชั่วโมง และนำเมล็ดพันธุ์ขึ้นจากน้ำมาเทใส้พื้นเรียบและผ้าหรือกระสอบที่ชุ่มน้ำคลุมไว้นาน 36-48 ชั่วโมงเพื่อให้เมล็ดงอก หลังจากนั้นนำเมล็ดไปหว่านใส่แปลงกล้าที่เตรียมไว้ อัตราเมล็ด 4 กิโลกรัมต่อเนื้อที่แปลงกล้า 80 ตารางเมตร ซึ่งสามารถปลูกข้าวได้ในพื้นที่ปักดำ 1 ไร่ ในกรณีดินในแปลงขาดความสมบูรณ์ใส่ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากหว่านเมล็ดได้ 7 วัน และทดน้ำเข้าแปลงกล้าแล้วปล่อยให้ต้นกล้าเจริญเติบโตจนอายุประมาณ 30 วัน จึงนำต้นกล้าไปปักดำ

- การปักดำ หลังจากได้เตรียมแปลงปักดำโดยการทำเทือก และรักษาระดับน้ำให้สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร การปักดำควรใช้ระยะห่างระหว่างกอและแถวเป็นต้น 25 x 25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยปักดำกอละ 3 ต้น และปักดำต้นกล้าลึกประมาณ 3-4 เซนติเมตร ไม่ควรปักดำลึกกว่านี้เพราะจะทำให้ต้นข้าวแตกกอได้น้อยลง

- การดูแลรักษา หมายถึงการรักษาระดับน้ำในแปลงนา โดยในระยะแรกของการปักดำเมื่อข้าวยังไม่แตกใบใหม่ให้รักษาระดับน้ำสูงประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากปักดำประมาณ 10-15วันไปแล้ว เมื่อข้าวเริ่มรัดตัวหรือเริ่มแตกใบใหม่และรากใหม่ก็ควรรักษาระดับน้ำให้สูงประมาณ 20-30 เซนติเมตร ตลอดไปจนถึงระยะข้าวแตกกอเต็มที่หรือออกรวง และใส่ปุ๋ยครั้งที่สองเพื่อป้องกันวัชพืชและป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ ศัตรูข้าวที่พบเข้าทำลายต้นข้าวโดยทั่วไปในระยะต่างๆของการเจริญเติบโตในการป้องกันศัตรูข้าวชนิดนั้นๆ

- การเก็บเกี่ยวข้าว หลังจากข้าวออกดอกแล้วประมาณ 30 วัน เมล็ดข้าวในรวงก็มีการสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ หรืออาจสังเกตจากการที่เมล็ดข้าวในรวงสุกเหลืองประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเรียกว่าข้าวอยู่ในระยะพลับพลึงและมีปลายใบธงแห้งประมาณครึ่งหนึ่งของใบ ดังนั้นจึงควรระบายน้ำออกจากนาให้แห้งก่อนทำการเก็บเกี่ยวประมาณ 15 วัน เพื่อเมล็ดข้าวสุกแก่พร้อมกันทั้งรวงและมี

ความสะดวกในการเก็บเกี่ยว ในการเก็บเกี่ยวนั้นอาจใช้เคียวเกี่ยวที่ละหลายๆ รวง ดังเช่นชาวนาทางภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือปฏิบัติกันอยู่ หรือการใช้แกระเก็บเกี่ยวที่ละรวงของชาวนาทางภาคใต้ซึ่งมักพบเห็นกันอยู่ทั่วๆ ไปก็ได้ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วควรตากฟ่อนข้าวไว้ในนาเพื่อลดความชื้นสักจักระยะหนึ่งก่อนแล้วนำไปผึ่งตากแดดบนลานข้าวนานประมาณ 3-5 วัน ก่อนทำการนวด ทำความสะอาดเมล็ด และเก็บเข้ายุ้งฉางหรือส่งโรงสีข้าวทั่วไป อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ได้มีชาวนาจำนวนไม่น้อยโดยเฉพาะในภาคกลางที่มีการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องจักรทุ่นแรง ทั้งนี้เพาะชาวนาได้ปลูกข้าวในนาผืนใหญ่ที่มีการระบายน้ำได้ดีจึงจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวให้ทันกับเวลาก่อนเมล็ดข้าวเปลือกจะเกิดความเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เครื่องจักรที่ใช้เก็บเกี่ยวข้าวในปัจจุบันมีทั้งที่เป็นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวแบบวางราย (strip harvester) และเครื่องเกี่ยวนวด (combined harvester)

2. การทำนาหว่าน (Seed broadcasting or direct seeding method)

การปลูกข้าวนาหว่านแตกต่างจากการปลูกข้าวนาดำโดยที่ไม่มีการตกกล้า แต่ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกแห้งหรือทำให้งอกแล้วหว่านลงในนาที่มีการเตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถดะและไถแปรเช่นเดียวกันกับนาดำการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านนี้ช่วยประหยัดแรงงานที่ใช้ในการปักดำและยังหลีกเลี่ยงความเสี่ยงอันเนื่องจากความแปรปรวนของฝนฟ้าอากาศในพื้นที่ปลูกอีกด้วย เมล็ดพันธุ์ที่หว่านประมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านแล้วประมาณ 5-7 วัน จึงทดน้ำข้าวมาให้มีระดับสูง 2-3 เซนติเมตร จากผิวดินหรือสูงประมาณหนึ่งในสามของความสูงต้นข้าวและเมื่อต้นข้าวสู่ระยะการแตกกอเป็นต้นไป ควรรักษาระดับน้ำในนาให้สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร แต่ชาวนาในบางท้องถิ่นอาจหว่านข้าวงอกในขณะที่มีระดับน้ำในนาสูง 3-5 เซนติเมตร แต่ต้องทิ้งให้ดินตกตะกอนจนมีน้ำใสเสียก่อน

3. การปลูกข้าวนาหยอด (Seed drilling method)

ในพื้นที่ปลูกข้าวที่มีปัญหาด้านความแปรปรวนในการตกของฝน เช่น ฝนมาเร็วแต่ตกน้อยในปลายเดือนเมษายนแล้วเกิดฝนทิ้งช่วงในระเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคมและฝนช่วงที่สองเริ่มตกอีกตั้งแต่กลางเดือนสิงหาคมเป็นต้นไปและไปตกหนักในเดือนกันยายนจนทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมได้ ภาวะการตกของฝน เป็นปัญหาทำให้ไม่สามารถปักดำข้าวได้ในเดือนที่มีฝนทิ้งช่วงจึงเป็นสาเหตุให้ต้องเลื่อนเวลาปักดำมาอยู่ในช่วงที่สองของฝน ซึ่งเกิดสภาพน้ำท่วมในเวลาถัดมาทำให้ต้นกล้าที่ตกไว้ในระยะแรกตายหรือแก่เกินไปหรือถ้ามาปักดำช่วงที่สองของฝนที่มีภาวะน้ำท่วมเกิดขึ้นด้วยให้เกิดความเสียหายแก่ต้นกล้าข้าวที่เพิ่งทำการปักดำใหม่ๆ ระยะการปลูกข้าวแบบหยอด 25 x 25 เซนติเมตร อัตรา 3-5 เมล็ดต่อหลุมหรือ 8-10 กิโลกรัมต่อไร่

4. การปลูกข้าวไร่ หรือข้าวนาดอน (Upland rice planting method)

ข้าวไร่ หมายถึง ชนิดของข้าวที่ปลูกบนที่ดอนภายใต้สภาพไร่ ซึ่งมันจะอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติในการเจริญเติบโต ข้าวไร่จะงอกงามและเจริญเติบโตได้ดีก็ต่อเมื่อมีปริมาณน้ำฝน หรือน้ำซับในดินเพียงพอ ในกรณีที่ฝนแล้งหรือฝนที่ทิ้งช่วงในระยะเวลาอันยาวนาน หรือปริมาณน้ำในดินมีระดับต่ำทำให้ข้าวไร่มีปัญหาในการเรจิญเติบโต ถึงแม้ว่าธรรมชาติ ถึงแม้ว่าธรรมชาติของข้าวไร่จะมีการจะมีลักษณะความทนแล้งก็ตาม โดยทั่วไปข้าวไร่ต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือนละประมาณ 200 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีฝนตกอย่างสม่ำเสมอตลอดเดือนที่ปลูกข้าวไร่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพียง 100 มิลลิเมตร ก็เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่เช่นกัน ในกรณีที่ฝนทิ้งช่วงไม่ควรให้ข้าวไร่ขาดน้ำในช่วงอายุ 60-90 วัน เพาะจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวไร่เป็นอย่างมากจากการรายงานการปลูกข้าวไร่ในอดีตพบว่าปริมาณน้ำฝนต่อปีตั้งแต่ 1,300-1,600 มิลลิเมตร นั้นมีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวไร่ การปลูกข้าวไร่โดยทั่วไปมักปลูกที่ราบเชิงเข้าในดินที่มีการระบายน้ำได้ดี อาจมีการปลูกข้าวไรเป็นพืชเดี่ยว หรือแซมกับพืชอื่น เช่นข้าวโพด มันสำปะหลังหรือ อยางพาราเป็นต้น การปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยนั้นมักจะปลูกไว้เพื่อการบริโภคเองในครอบครัว และมักจะไม่มีการดูแลเอาใจใส่อย่างจริงจังจึงเป็นสาเหตุให้ผลผลิตต่ำที่ได้จากข้าวไร่อยู่ในระดับต่ำมากไม่เกิน 250 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะห่างระหว่างการปลูก 30 เซนติเมตร หลุมลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร อัตรา 5-8 กิโลกรัมต่อไร่ (บุญหงษ์, 2557)

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ศักยภาพผลผลิตของข้าวหมายถึงผลผลิตของข้าวที่ควรได้รับเมื่อการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกไม่ถูกจำกัดโดยปัจจัยต่างๆ เช่น น้ำ ธาตุอาหาร โรค และแมลงศัตรูข้าว ศักยภาพผลผลิตของข้าวในแต่ละสภานที่ปลูกขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพันธุ์ข้าวและสภาพดินฟ้าอากาศ เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมในแต่ละสถานที่และฤดูกาลที่แตกต่างกัน ศักยภาพผลผลิตของข้าวที่ปลูกในสภานที่เดียวกันจึงแตกต่างกันตามฤดูกาลและแตกต่างกันตามสภานที่ปลูกในฤดูเดียวกัน (ทวีป, 2539)

แนวคิดที่เกี่ยวกับศักยภาพการให้ผลผลิตมีหลายวิธี เฉลิมพล (2542) รายงานถึงผลงานวิจัยของ Niciporovic นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ในปี ค.ศ. 1960 ที่ได้เสนอแนวคิดไว้ว่าผลผลิตทางเศรษฐศาสตร์ของพืชใดก็ตามขึ้นอยู่กับผลผลิตทางชีวภาพและประสิทธิภาพการลำเลียงและถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปยังผลผลิต ถึงแม้ว่าแนวคิดในการเพิ่มศักยภาพผลผลิตของข้าวมีหลายวิธีแต่ทุกวิธีจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจแหล่งสร้างคาร์โบไฮเดรต และคลังเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรต การเคลื่อนย้ายสารคาร์โบไฮเดรต การสร้างมวลชีวภาพ ดัชนีการเก็บเกี่ยวองค์ประกอบผลผลิตและรูปทรงของต้นข้าว (ทวีป, 2539)

ผลผลิตของพืชแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ผลผลิตทางชีวภาพ (biological yield)และผลผลิตในทางเศรษฐศาสตร์ (economic yield) ซึ่งได้แก่ส่วนที่เป็น ผล เมล็ด ฝัก ราก น้ำมันเส้นใย และหัวเป็นต้น โดยปกติในทางพืชไร่ให้ความสนใจผลผลิตทางเศรษศาสตร์มากกว่าผลผลิตทางชีวภาพ

ผลผลิต = ก x ข x ค x ง

ก = จำนวนต้นต่อพื้นที่

ข = จำนวนหน่วยที่ให้ผลผลิต (เช่น ฝักหรือรวง) ต่อต้น

ค = จำนวนเมล็ดต่อหน่วยที่ให้ผลผลิต (เช่น ต่อฝัก หรือ ต่อรวง)

ง = น้ำเฉลี่ยต่อเมล็ด

Yoshida (1981) ได้รายถึงองค์ประกอบผลผลิตของข้าวไว้ดังสมการ

ผลผลิต = จำนวนรวงต่อตารางเมตร x จำนวนเมล็ดต่อรวง x % เมล็ดดี x น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

หรือ = จำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร x % เมล็ดดี x น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

การเพิ่มขึ้นของผลผลิตสามารถทำได้โดยการเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตตัวใดตัวหนึ่งหรือหลายตัวพร้อมกันแต่การเพิ่มตัวใดตัวหนึ่งอาจทำให้องค์ประกอบตัวอื่นเปลี่ยนแปลงไปทำให้ ผลผลิตอาจไม่เพิ่มขึ้นหรืออาจทำให้ผลผลิตลดลงได้ ถ้าหากเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตตัวหนึ่งทำให้องค์ประกอบผลผลิตตัวอื่นลดลงจนไม่อาจชดเชยกันได้ เช่น การเพิ่มความหนาแน่นทำให้รวงต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง (เฉลิมพล, 2542)

บุญหงษ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาความสามารถในการแตกกอ และการให้องค์ประ กอบผลผลิตต่อกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใช้จำนวนกล้าต่อกอแตกต่างกันผลการวิจัย พบว่าลักษณะความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ และน้ำหนัก 1000 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างสิ่งทดลองทั้ง 4 และจำนวนต้นต่อกอที่ได้จากการใช้ต้นกล้า 4 ต้นต่อกระถางมีค่ามากกว่าในการใช้ต้นกล้าจำนวน 1 , 2 และ 3 ต้น แต่ในทางกลับกัน จำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อรวงที่ได้จากการใช้ต้นกล้า 1 และ 2 ต้น มีค่าสูงกว่าการใช้ต้นกล้า 3 และ 4 ต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนต้นกล้าเพียง 1 ต้นต่อกอ ก็เพียงพอต่อการปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตสูง และการใช้ต้นกล้าจำนวนน้อยลงก็เป็นการช่วยลดต้นทุนเมล็ดพันธุ์ในการปักดำข้าวอีกด้วย

พิชัย และพิกุล (2558) ได้ทำการทดสอบผลผลิตข้าวไร่ 19 พันธุ์ในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงแม่จริม จังหวัดน่าน ผลการทดสอบ พบว่า พันธุ์ข้าวไร่ส่วนใหญ่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ลีชอ ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อปลูกในพื้นที่ขยายผลโครงการหลวงแม่จริม มีเพียงพันธุ์ข้าวแม่แจ่ และพันธุ์ข้าวดำน้ำพันเท่านั้น ที่มีศักยภาพให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ลีชออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

มานัสและคณะ (2559) ได้ศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวเหนียวพื้นเมือง 3 พันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข6 ภายใต้การจัดการแบบนาอินทรีย์ฤดูนาปี 2554 พบว่าผลผลิตเฉลี่ย

ข้าวเหนียวทั้ง 4 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ข้าวพันธุ์เล้าแตกให้ผลผลิตสูงสุด 497 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา กข 6 436 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ตมแดง 400 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์ตมหอมให้ผลผลิตต่ำสุด 381 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ข้าวพันธุ์เล้าให้ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตสูงสุดด้าน จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อกอ

อรประภา (2559) ได้ศึกษาผลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอม 6 พันธุ์ พบว่า ความสูงต้นและจำนวนต้นต่อกอของข้าวหอมแต่ละพันธุ์เมื่อได้รับอัตราการให้น้ำที่แตกต่างกัน แต่อัตราการให้น้ำที่ลดลงส่งผลให้องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงมีค่าลดลง ในขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีค่ามากขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ระดับการให้น้ำปกติและการงดให้น้ำเพื่อประเมินความทนแล้งของข้าวหอมแต่ละพันธุ์พบว่าสามารถเรียงลำดับความทนแล้งจากมากไปหาน้อยได้เป็นข้าวพันธุ์ กข15 หอมคลองหลวง1 ปทุมธานี1 ขาวดอกมะลิ105 กข33 และหอมสุพรรณบุรี ซึ่งมีปริมาณผลผลิตลดลงเท่ากับ 30, 41, 42, 47, 60 และ 61 % ตามลาดับ

พิเชษฐและคณะ (2560) ได้ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้ง ต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง พบว่า ข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกัน ทั้งในลักษณะความสูง จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตน้ำหนักเมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพให้น้ำปกติแล้วให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์หวิดหนี้ หินกอง เหลืองบุญมา อีน้อย และข้าวดอ ตามล้าดับ ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมือง ดังกล่าวให้ผลผลิตไม่แตกต่างไปจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ในขณะที่ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในสภาพขาดน้ำ ในช่วงต้นฤดูปลูกพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ข้าวดอ นางหก หวิดหนี้ และ อีน้อย ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างไปจากพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และ กข 6

การใช้น้ำของพืช

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากปัจจัยหนึ่งต่อการเพาะปลูกพืชเพื่อให้ได้รับผลผลิต และคุณภาพสูง เพราะน้ำเป็นส่วนประกอบของทุกเซลล์ในต้นพืชประมาณ 90% ของน้ำหนักสดของต้นพืชคือส่วนที่เป็นน้ำ น้ำยังเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้โมเลกุลน้ำตาลซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้ง โปรตีน ไขมัน รวมทั้งเกลือแร่ต่าง ๆ ในการสร้างผลผลิตและสร้างคุณภาพ นอกจากนี้ น้ำยังมีบทบาทต่อการลดอุณหภูมิและรักษาอุณหภูมิภายในต้นพืชที่ทำให้ขบวนการทางชีวเคมีภายในต้นพืชสามารถดำรงได้โดยปกติ โดยผ่านขบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญคือการคายน้ำ ถ้าพืชได้รับน้ำในปริมาณที่พอเพียงกับความต้องการ พืชจึงมี โอกาศเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง (ดิเรก, 2542)

การใช้น้ำของพืช (consumptive use of water) คือปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูก ซึงประกอบด้วยปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดินเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อแล้วคายออกสู่บรรยากาศ (transpiration) และปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆต้นพืชจากผิวน้ำขณะให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบ เนื่องจากฝนตกหรือการให้น้ำซึ่งเรียกว่า การระเหย (evaporation) ซึ่งเรียกรวมกันว่า การคายระเหย (evaporation transpiration) (ธีระพล, 2549) การใช้น้ำในพื้นที่เพาะปลูก หมายถึง ปริมาณการคายน้ำของพืชร่วมกับการระเหยจากผิวดินในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งมักแสดงในรูปปริมาณน้ำต่อหน่วยพื้นที่หรือความสูงของน้ำ (Doorenbos and Pruitt, 1977)

ความต้องการน้ำของพืช หมายถึง ปริมาณที่พืชต้องการในการเจริญเติบโต และการคายระเหย การคายน้ำของพืชและการคายระเหยน้ำจากผิวดินในพื้นที่ปลูกพืชในช่วงเวลาหนึ่ง หรือตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตจนถึงระยะการให้ผลผลิตของพืช ภายใต้สภาพดินฟ้าอากาศบริเวณหนึ่งๆ ซึ่งไม่มีข้อจำกัดของน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งหมดทางด้านเคมี ชีวภาพ และฟิสิกส์ของดินพืชได้รับน้ำเต็มตามความต้องการน้ำ ตามลักษณะทางสรีรวิทยาหรือพันธุกรรมของพืช พืชย่อมมีการเจริญเติบโตเต็มที่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่ตามความศักยภาพของพันธุ์พืชแต่ละชนิด หากพืชขาดน้ำหรือได้รับน้ำไม่เต็มตามจำนวนความต้องการของพืชในช่วงที่พืชต้องการปริมาณน้ำค่อนข้างสูง เช่น ช่วงที่กำลังเจริญเติบโตแตกกิ่งก้านสาขาและมีการผลิตเต็มที่หรือช่วงที่กำลังสร้างผลผลิต หลังจากการออกดอกผสมเกสรแล้วย่อมทำให้พืชเจริญเติบโตไม่เต็มที่อาจแคระแกรน ผลผลิตไร้คุณภาพและผลผลิตต่ำ

ความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน พืชที่ต้องการน้ำมาก เช่น ข้าว อ้อย พืชที่ต้องการน้ำปานกลาง ได้แก่ พืชไร่ พืชผัก ธัญพืช และไม้ผล พืชที่ต้องการน้ำน้อย ได้แก่ ข้าวฟ่างและพืชบางชนิด (ปราโมทย์, 2530)

ข้าวเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือในสภาพน้ำขังปริมาณที่ข้าวต้องการเริ่มตั้งแต่การตกกล้า เตรียมแปลงจนตลอดช่วงระยะการเจริญเติบโต ข้าวนาปีที่ใช้วิธีการปักดำอายุ 120-160 วันต้องการน้ำใช้ทั้งสิ้น 860-1260 มิลลิเมตร ถ้าเป็นข้าวนาปรังใช้วิธีการเดียวกันต้องการน้ำใช้ทั้งสิ้น 1,000-1575 มิลลิเมตร เพราะช่วงฤดูการปลูกมีผลต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชแตกต่างกัน ในช่วงการเตรียมแปลงข้าวนาปีใช้น้ำ 200 มิลลิเมตร และเตรียมแปลงข้าวนาปรังใช้น้ำ 300 มิลลิเมตร ในช่วงต้นกล้านาปีใช้น้ำ 60 มิลลิเมตร ต้นกล้านาปรังใช้น้ำ 75 มิลลิเมตร การทำนาหว่านใช้น้ำน้อยกว่านาดำประมาณร้อยละ 10-15 ช่วงเวลาที่ข้าวต้องการน้ำตลอดฤดูปลูก โดยช่วงแรกอาจต้องการน้อยแล้วค่อยเพิ่มมากขึ้นตามการเจริญเติบโตปริมาณความต้องการค่อนข้างสูงตลอด ข้าวจึงมักใช้ที่ลุ่มที่มีน้ำขังเป็นพื้นที่เพาะปลูก

ความต้องการน้ำและการใช้น้ำเพื่อการปลูกข้าว น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดในชีวิตของต้นข้าว มีบทบาทตั้งแต่ช่วยในการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตหลังการงอก การแตกกอเต็มที่ จนกระทั่งถึงระยะออกรวง และเริ่มสุกแก่เก็บเกี่ยวต้นข้าวมีความจำเป็นต้องใช้น้ำตลอดเวลา ความสำคัญต่อการเพาะปลูกข้าว มีดังนี้ (วิเชียร, 2546)

1. น้ำช่วยทำให้ดินอ่อนนุ่ม ร่วมซุยหรืออ่อนตัว ง่ายต่อการเขตกรรมน้ำ
2. ทำหน้าที่เป็นวัตถุดิบในการปรุงแต่งอาหาร ต้นข้าวดูดน้ำโดยการรับอากาศ ทางใบ เมื่อได้รับแสงแดด การสร้างอาหาร (คาร์โบไฮเดรต) เกิดขึ้นที่ใบ
3. น้ำทำหน้าที่เป็นตัวนำคาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุต่างๆ ไปยังส่วนต่างๆ ของต้นข้าวอันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าว
4. น้ำช่วยในการควบคุมอุณหภูมิที่พอเหมาะให้แก่การเจริญเติบโตของข้าว
5. น้ำช่วยในการควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชในนาข้าว
6. น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของต้นข้าว ในข้าวสดมีน้ำถึงร้อยระ 88

ช่วงระยะสำคัญที่ต้องคำนึงไม่ให้ต้นข้าวขาดน้ำเด็ดขาด เพราะจะกระทบต่อผลผลิตคือระยะปักดำใหม่ ๆ ต้นกล้ากำลังตั้งตัวและระยะที่สำคัญที่สุดจนเป็นช่วงวิกฤต คือ ช่วงระยะที่ข้าวสร้างรวงอ่อนถึงระยะหลังข้าวออกดอก 15 วัน อันเป็นช่วงผสมเกสรทำให้เมล็ดลีบ

การทำนาข้าวมีหลายประเภท เช่น นาดำ (ดำคลอง ดำเส้า) นาหว่าน (หว่านสำรวยหว่านคลาดกลบ, หว่านน้ำตม) นาหยอด (หยอดเป็นหลุม โรยเป็นแถว)

วิธีการให้น้ำแก่ข้าวแตกต่างกันไปแล้วแต่สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำ ระบบชลประทาน ตลอดจนถึงแต่ละวิธีปรับปรุงของแต่ละท้องถิ่นโดยทั่วไปแล้วการให้น้ำแก่ข้าวแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ

- การให้น้ำแบบไหลผ่าน คือ การให้น้ำไหลผ่านเข้าและระบายออกจากแปลงนาหรือมีน้ำไหลผ่านแปลงนาอยู่ตลอดเวลาเป็นวิธีที่ให้น้ำมากและเกิดการสูญเสียธาตุอาหารในดินตามน้ำที่ไหลผ่าน ข้อดี คือประหยัดแรงงานด้านการจัดสรรน้ำ ช่วยควบคุมอุณหภูมิของน้ำช่วยให้การไหลเวียนของก๊าซออกซิเจนและลดก๊าชที่มีพิษต่อต้นข้าวได้

- การให้น้ำแบบขังต่อเนื่องเป็นวิธีการให้น้ำแก่ข้าวที่นิยมปฏิบัติกันโดยทั่วไป ในประเทศไทย โดยการปล่อยน้ำเข้าไปชดเชยกับปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปโดยการระเหย การคายน้ำและการซึมลงเมื่อระดับน้ำในแปลงนาที่ให้ครั้งก่อน มีระดับลดลงจนเกือบถึงผิวดินให้สูงขึ้นเท่าเดิม ผิวดินจึงมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูการเพาะปลูก บางช่วงอาจจะมีการระบายน้ำออกไปหรือปล่อยให้ผิวดินเห็นหลังจากข้าวแตกกอเต็มที่ประมาณ 1 สัปดาห์ ประโยชน์ของการให้น้ำแบบนี้ คือ ช่วยให้ข้าวตั้งตัวได้เร็วหลังจากปักดำ ประหยัดแรงงานการให้น้ำ ช่วยในการกำจัดและลดการเจริญเติบโตของวัชพืชและใส่ปุ๋ยในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม

- การให้น้ำแบบเป็นครั้งคราวหรือเป็นระยะการให้น้ำแบบหมุนเวียน วิธีการให้น้ำแบบนี้นำมาใช้ได้ในกรณีที่ไม่มีน้ำพอเพียงที่ให้น้ำแบบขังต่อเนื่องได้สามารถใช้น้ำหรือในกรณีที่ต้องการจัดรอบเวรการส่งน้ำ เช่น ในฤดูแล้ง การให้น้ำแบบนี้ทำโดยการให้น้ำจนได้ระดับลึกถึงระดับที่การแล้วหยุดให้น้ำหลายวัน จนเมื่อน้ำในแปลงนาถูกใช้ไปเกือบหมด หรือจนผิวดินแห้งจึงเริ่มให้น้ำใหม่อีกเป็นวิธีที่ประหยัดน้ำที่สุด และในสภาพที่แปลงนาที่ไม่มีน้ำขังนั้นทำให้ปริมาณฝนที่ตกมีโอกาสนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้มากกว่าการให้น้ำวิธีอื่น และเป็นการแก้ไขกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการระบายน้ำ ข้อเสียคือ วัชพืชขึ้นเร็วต้องลงทุนกำจัดและต้องใช้แรงงานมากกว่าวิธีอื่นๆ

ความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ฤดูกาล วิธีการทำนา พันธุ์ข้าว ลักษณะของดิน สภาพแวดล้อม

การทำนาดำนั้นเกษตรกรต้องทำการเพาะกล้าและใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุประมาณ 20-30 วัน ซึ่งต้นกล้าจากแปลงเพาะจะสามารถนำไปปักดำได้ในอัตรา 1:15 ถึง 1:25คือต้นกล้าในแปลงเพาะกล้า 1 ไร่ สามารถนำไปปักดำได้ 5-25 ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนต้นที่ใช้ในการปักดำปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับตกกล้าคิดเป็นความลึกของน้ำประมาณ 40-80 มิลลิเมตร ในทางปฏิบัติน้ำในการเตรียมแปลงกล้านี้มักนำมาไปคิดรวมกับน้ำในกานเตรียมแปลง

ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลง ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลงมีประมาณมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญๆ ดังต่อไปนี้

- ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอ่อนตัวและเปียกชุ่มเพื่อสะดวกในการไถซึ่งจะมีปริมาณเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของดิน สภาพความชื้นในดิน และระดับน้ำใต้ดินเป็นต้น
- ปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการระเหยในขณะที่ทำการเตรียมแปลง
- ปริมาณน้ำที่สูญเสียลงในดินในขณะที่ทำการเตรียมแปลง
- ปริมาณน้ำที่ขังในแปลงนาครั้งแรก (ในกรณีที่ทำนาดำ) เพื่อชดให้หรือทดแทนการสูญเสียโดยการเหย การซึมลงในดินเพื่อช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชจนกว่าจะได้รับน้ำครั้งต่อไปเพื่อทำการปักดำ
- ระยะเวลาในการเตรียมแปลง ซึ่งถ้าหากสามารถลดระยะเวลาในการเตรียมแปลงลดลงประหยัดปริมาณน้ำที่ใช้ให้น้อยลงด้วย
- วิธีการทำนา เช่น ถ้าเตรียมแปลงเพื่อทำนาหว่านใช้น้ำน้อยกว่าการทำนาดำ
- ฤดูการทำนา (หรือสภาพภูมิอากาศ) ฤดูแล้งใช้น้ำมากกว่าฤดูฝน

สรุปแล้วปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการทำการเตรียมแปลงในระยะเวลา 30 วัน มีจำนวนประมาณ 200-350 มิลลิเมตร ในฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งมีปริมาณน้ำสูงขึ้นมากกว่าประมาณร้อยละ 20-30 คือ ประมาณน้ำใช้สำหรับการเตรียมแปลงประมาณ 250-400 มิลลิเมตร

ช่วงความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ต้องใช้เพื่อให้ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ครบวงจรของชีวิต คือ ตั้งแต่ระยะต้นอ่อนหรือตกกล้าอันเป็นการเจริญเติบโตทางลำต้น และการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์จนเก็บเกี่ยวได้

- ปริมาณการใช้น้ำของข้าว หมายถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยกรระเหยของน้ำจากผิวน้ำธรรมชาติหรือผิวดินขึ้นรวมตัว และการคายน้ำของพืชใช้โดยผ่านทางปากใบซึ่งมีปริมาณน้ำน้อยเมื่อข้าวยังเล็กอยู่ และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวโตขึ้น

หลังการเริ่มปักดำปริมาณที่สูญเสียโดยการคายน้ำของข้าวโดยผ่านปากใบ มีปริมาณน้ำน้อยแต่ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอซึ่งเพิ่มสูงสุดในช่วงระยะออกรวงและระยะออกดอก ต่อจากนั้นค่อยๆ ลดลงในระหว่างข้าวแก่ ส่วนปริมาณที่สูญเสียไปโดยการระเหยไปจากผิวน้ำหรือผิวดินนั้นปริมาณมากที่สุดในระยะปักดำ และเริ่มลดลงเมื่อข้าวแตกกอเนื่องอจากใบข้าวปกคลุมผิวน้ำมากขึ้นทำให้การระเหยมีโอกาสน้อยลง ปริมาณการนำใช้น้ำของข้าวพันธุ์ต่างๆ มีจำนวนประมาณ 4-6 มิลลิเมตรต่อวันในฤดูฝน และ 5-9 มิลลิเมตรต่อวันในฤดูแล้ง

- การซึมลงในดิน โดยปกติการสูญเสียของน้ำโดยการซึมลงในดินขึ้นอยู่กับสภาพของดิน ชนิดของดิน สภาพความลึกของชั้นดินที่ไถหรือเตรียมแปลงก่อนได้รับระดับน้ำใต้ดิน เช่น ดินเหนียวและมีระดับน้ำใต้ดินตื้นมีการสูญเสียของน้ำมากถึงวันละ 1-2 มิลลิเมตร แต่ถ้าเป็นสภาพดินทรายและมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกอาจมีการสูญเสียของน้ำมากวันละ 7-10 มิลลิเมตร วิธีที่ช่วยลดปริมาณการ

สูญเสียของน้ำโดยการรั่วซึมลงในดินให้น้อยลงอาจกระทำโดยการทำเทือกหลายๆ ครั้ง เพราะนอกจากจะช่วยทำให้ดินอัดแน่นแล้วยังเป็นการช่วยกำจัดวัชพืชในแปลงนาอีกด้วย

- อายุของข้าว เช่น ข้าวอายุ 120 วัน ใช้น้ำน้อยกว่าข้าวอายุ 160 วัน ในทางปฏิบัติระบายน้ำออกก่อนเก็บเกี่ยว 10-15 วัน เพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยวด้วย

- ปริมาณน้ำที่ได้รับเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูก=ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูก

$$P + Ir = Es + Tr + R + D + In + \triangle SW$$

P (Precipitation) หมายถึงปริมาณน้ำเกิดจากการกลั่นตัวของน้ำในบรรยากาศแล้วตกลง สู่พื้นที่บริเวณเพาะปลูกในช่วงเวลาที่พิจารณาอาจเป็นหมอก ลูกเห็บ หิมะ น้ำค้าง ส่วนใหญ่หมายถึงน้ำฝน (Rain)

Ir (Irrigation) เป็นบริเวณน้ำชลประทานที่ให้แก่พื้นที่เพาะปลูก

Es (Soil water evaporation) คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการระเหยจากผิวดินโดยตรง

Tr (Transpiration) เป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่โดยการคายน้ำของพืช

R (Runoff) คือ น้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกโดยการไหลบ่าบนหน้าดิน

D (Deep drainage) เป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการซึมลึกเลยรากพืชสู่น้ำใต้ดินแล้วไหลออกจากพื้นที่เพาะปลูก

In (Interception) คือ น้ำที่สูญเสียโดยเป็นส่วนของน้ำที่ตกค้างบนผิวใบพืชแล้วระเหยกลับสู่บรรยากาศ

△SW (Stored water change) คือ ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงในช่วงความลึกของดินที่กำหนดหรือความลึกของรากพืช

เพื่อการเกษตรดังกล่าวข้างต้น ปริมาณน้ำที่สามารถวัดได้โดยง่ายและคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่พื้นที่เพาะปลูกได้รับทั้งหมด คือ ปริมาณน้ำฝน (P) น้ำชลประทาน (In) และปริมาณน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงในดิน (△SW) ในช่วงความลึกของดินที่พิจารณาช่วงอาจเป็นช่วงความลึกใดๆ ก็ได้ที่สามารถใช้เครื่องมือวัดความชื้นของดินติดตามการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินได้โดยสะดวก ซึ่งส่วนใหญ่นิยมครอบคลุมช่วงความลึกของรากพืชทั้งหมด โดยทั่วไปนิยมช่วงความลึกจากผิวดิน 1-2 เมตร สำหรับพืชไร่ทั่วๆไปหรืออาจกำหมดความลึกของดินที่ต้องการติดตามความชื้นในดินให้ลึกกว่าความลึกของรากพืช 20% เช่น รากพืชขณะเจริญเติบโตเต็มที่ที่มีความลึก 100 เซนติเมตร ช่วงความลึกของดินที่ต้องการวัดการเปลี่ยนแปลงความชื้นควรเป็น 120 เซนติเมตร (มัตติกา, 2549)

ปัจจุบันการกำหนดการและปริมาณน้ำชลประทาน ต้องใช้ข้อมูลหรลายประการ และมีลำดับขั้นตอนการคิดไล่ ซึ่งในการทดลองก็ได้นำใช้วิธีการดังกล่าว ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาปริมาณน้ำที่ต้องจัดส่งโดยการตรวจวัดความชื้นในดินบริเวณรากพืชหรือพิจรณาจากความชื้นส่วนที่ยอมให้พืชนำไปใช้ได้

ขั้นตอนที่ 2 หาปริมาณน้ำในดินทั้งหมดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยนำความชื้นที่พืชดูดใช้คูณความลึกของชั้นรากพืช

ขั้นตอนที่ 3 หาปริมาณน้ำที่ยอมให้รากพืชดูดไปใช้ได้ตลอดเขตรากพืช หรือปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องการให้แก่พืช

ขั้นตอนที่ 4 หาความถี่หรือรอบเวลาการส่งน้ำ เพื่อให้ทราบว่าการส่งน้ำครั้งนั้นให้พืชสามารถใช้ได้กี่วัน ซึ่งหาได้จากปริมาณน้ำสุทธิหารด้วยวัตราการใช้น้ำรายวันของพืช

ขั้นตอนที่ 5 หาจำนวนน้ำชลประทานที่ต้องการส่ง หลังจากการทดค่าประสิทธิภาพการชลประทานแล้ว

ขั้นตอนที่ 6 หาปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชในพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งหาได้จากความสูงของน้ำคูณด้วยพื้นที่เพาะปลูก

กำหนดการให้น้ำแก่พืชคือ วิธีการกำหนดเวลาและปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้แก่พืชว่าเมื่อใดควรให้น้ำแก่พืช และให้ในปริมาณเท่าใด จึงจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงสุด เพิ่มผลผลิตอย่างคุ่มค่าที่สุด ดังนั้นสิ่งที่ต้องทราบก่อนล่วงหน้าคือ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการในระยะเวลาต่างๆตลอดอายุพืช ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินในเขตราก ปริมาณน้ำที่จะหามาได้และกไหนดเวลาที่จะได้รับน้ำ (วิเชียร, 2546)

สิ่งที่กำหนดออกมาได้คือ ความถี่ในการให้น้ำ ปริมาณน้ำที่จะให้ในแต่ละครั้ง เลือกช่วงเวลาที่สอดคล้องกับการจัดการน้ำที่มีผลกระทบต่อผลผลิตน้อยที่สุด

การใช้น้ำชลประทานเพื่อเพาะการปลูกพืช เป็นการใช้ที่ให้ผลตอบแทนกลับคืนมาน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้เพื่อกิจการอื่นๆ จึงควรให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ประสิทธิภาพการชลประทาน หมายถึงอัตราส่วนที่คิดเป็นร้อยละระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องจัดหามาให้แก่พืช ต่อปริมาณทั้งหมดที่จะต้องจัดส่งให้ หรือเขียนเป็นสมการได้

$$Ei = Wn / Wg \times 100$$

Ei = ประสิทธิภาพการชลประทาน

Wn = ปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องจัดหาให้แก่พืช

Wg = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ส่งเข้าสู่ระบบส่งน้ำ

ปริมาณน้ำ อาจจะบอกเป็นความลึกหรือปริมาตรน้ำก็ได้ การหาประสิทธิภาพการชลประทานนั้นอาจทำได้หลายช่วง เช่น ประสิทธิภาพของโครงการชลประทาน ประสิทธิภาพชลประทานที่หัวงาน ประสิทธิภาพการชลประทานที่ปากคลองส่งน้ำ และประสิทธิภาพการชลประทานที่แปลงเพาะปลูก

ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Ec) จุดแรกก่อนที่จะนำน้ำมาถึงพื้นที่แปลงเพาะปลูกคือระบบส่งน้ำ น้ำชลประทานทั่วไปจะถูกส่งมาจากแม่น้ำ คลองหรืออ่างเก็บน้ำจากจุดที่ส่งน้ำมาถึงพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะมีน้ำส่วนหนึ่งต้องสูญเสียไปโดยการรั่วซึมจากคลอง การระเหยจากผิวน้ำในคลองและถูกพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมคลองใช้ ประสิทธิภาพการส่งน้ำจะบอกให้ทราบว่าระบบส่งน้ำทำหน้าที่ได้ดีเพียงใด (วิเชียร, 2546)

ในสมการ $Ec = Wf / Wn \times 100$

Ec = ประสิทธิภาพการส่งน้ำ

Wf = ปริมาณน้ำที่ได้รับในพื้นที่เพาะปลูก

Wn = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าสู่ระบบส่งน้ำ

การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง

วิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (แกล้งข้าว) เป็นวิธีการดึงศักยภาพของต้นข้าวที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ให้ปรากฏออกมาอย่างชัดเจน โดยใช้การควบคุมระดับน้ำ การปล่อยให้น้ำแห้ง เพื่อให้รากข้าวยืดตัวออกหาอาหาร มีการแตกกอได้มากขึ้น สร้างความต้านทานโรคและแมลง และสร้างผลผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงการใส่แหนแดงในแปลงนา เพื่อควบคุมวัชพืช เก็บความชุ่มชื้น และเป็นปุ๋ยให้แก่ต้นข้าว การทำนาด้วยระบบนี้ จึงช่วยชาวนาลดต้นทุนเรื่องน้ำ ปุ๋ย ยา และเพิ่มผลผลิตและเพิ่มรายได้ให้ชาวนาได้อย่างยั่งยืน (นันทนิตย์, 2556)

การแกล้งข้าวนั้น จะปล่อยให้ข้าวขาดน้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้รากและลำต้นข้าวแข็งแรงส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต โดยเริ่มต้นจากการขังน้ำในแปลงนาที่ระดับความลึก 5 ซม. ในช่วงหลังปักดำจนกระทั่งข้าวอยู่ในช่วงตั้งท้องออกดอก จึงจะเพิ่มระดับน้ำในแปลงอยู่ที่ 7-10 ซม. จากนั้นจะปล่อยให้ข้าวขาดน้ำครั้งที่ 1 ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น หรือข้าวมีอายุประมาณ35-45 วันเป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าระดับน้ำในแปลงลดลงต่ำกว่าผิวแปลง 10-15 ซม.หรือดินในแปลงนาแตกระแหง จากนั้นถึงปล่อยน้ำเข้านา จนกระทั่งข้าวแตกกอสูงสุด หรือข้าวอายุประมาณ 60-65 วัน ก็จะปล่อยให้ข้าวขาดน้ำครั้งที่ 2 เป็นระยะเวลาอีก 14 วัน

การทำนาแบบเปียกสลับแห้งนอกจากจะลดปริมาณการใช้น้ำแล้ว ยังช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ย ใช้สารเคมีและน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวลดลงจากไร่ละประมาณ 5,600 บาท เหลือประมาณ 3,400 บาท หรือราว 40% รวมทั้งยังทำให้คุณภาพของข้าวดีขึ้น เพิ่มปริมาณผลผลิตสูงกว่าไร่ละ 1,200 กิโลกรัม เกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้นและที่สำคัญทำให้คุณภาพชีวิตของชาวนาดีขึ้น เยาวชนรุ่นหลังๆ หันมาสนใจการทำนา ซึ่งจะเป็นการรักษาพื้นที่ชลประทานให้คงที่ เกิดความสามัคคีในชุมชนที่ไม่ต้องแย่งน้ำกันต่อไป

จากการศึกษาจากข้อมูลพบว่า หากมีการขยายผลนำเทคโนโลยีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งที่ว่านี้ ไปใช้เฉพาะนาปรังในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งในฤดูแล้งปี 2556/57 มีพื้นที่ทำนาปรังทั้งสิ้นประมาณ 2.85 ล้านไร่ มีความต้องการใช้น้ำประมาณ 3,309 ล้านลูกบาศก์เมตร ถ้ามีการปรับมาใช้เทคโนโลยีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งจะใช้น้ำเพียงประมาณ 2,217 ล้านลูกบาศก์เมตรเท่านั้น หรือประหยัดน้ำได้สูงสุดประมาณ 1,092 ล้านลูกบาศก์เมตร หากนำปริมาณน้ำจำนวนนี้ไปใช้ในการทำนาปรังจะสามารถขยายพื้นที่ทำนาปรังได้อีกไม่น้อยกว่า 940,093 ไร่" (กรมชลประทาน, 2558)

สำหรับระบบการปลูกข้าวแบบใช้น้ำน้อยหรือที่เรียกว่าการปลูกข้าวระบบเปียกสลับแห้ง คือ การทำให้ภาวะช่วงหนึ่งของดินสำหรับปลูกข้าวอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ปล่อยให้น้ำในบริเวณรากข้าวค่อยๆ แห้งไป แล้วจึงให้น้ำใหม่อีกครั้ง วิธีการแบบนี้จะทำให้ดินอยู่ในสภาพเปียกแล้วก็แห้ง เปียกแล้วก็แห้ง สลับไปเรื่อยๆ เมื่อเปรียบกับการใช้น้ำแบบดั้งเดิมที่ทำกันทั่วไปที่ใช้น้ำในปริมาณที่มาก หรือที่เรียกว่าใช้น้ำระบบน้ำขัง กับการใช้น้ำน้อยแบบเปียกสลับแห้ง จะเห็นว่าการใช้น้ำพื้นที่ต่อพื้นที่ทั้งสองระบบแตกต่างกันอย่างชัดเจนการปลูกแบบเปียกสลับแห้งใช้น้ำน้อยลงได้ถึง 20%

ศุภธิดา (2556) กล่าวว่าการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งนั้นไม่ใช่เทคนิคใหม่และศึกษากันหลายพื้นที่ในโลก เช่น จีน เวียดนาม กัมพูชา และฟิลิปปินส์โดยเฉพาะจีนซึ่งมีองค์ความรู้ที่ก้าวหน้าและพัฒนาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งโดยเฉพาะ จนสามารถลดการใช้น้ำได้ถึง 45%

จากการศึกษาทั่วโลกมีความชัดเจนว่าการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งนั้นเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ลดการใช้น้ำลง แต่การเจริญเติบโตของข้าวไม่ได้ลดลง ซึ่งการหาคำตอบว่าการปลูกข้าวภายใต้ระบบดังกล่าวส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างไรเป็นเรื่องจำเป็น เนื่องจากเกษตรกรมองเรื่องผลผลิตเป็นหลัก การเปลี่ยนแปลงจึงต้องทำให้ผลผลิตคงเดิมหรือมากขึ้นได้ยิ่งดี แต่ยังมีงานวิจัยของทั่วโลกทั้งจีน เขมร เวียดนาม เขาปลูกข้าวเหมือนเราและตระหนักถึงปัญหาภัยแล้งเช่นกัน ตอนนี้ระบบการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งกระจายไปทั่วภูมิภาคแล้ว เพราะทั่วโลกต้องตระหนักว่าเราขาดแคลนน้ำ ซึ่งงานวิจัยพบว่าระบบเปียกสลับแห้งไม่ได้ทำให้ผลผลิตลดลง (ศุภธิดา, 2556)

สำหรับเทคโนโลยีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมดินปลูกข้าวด้วยวิธีปกติ เมื่อหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วระบายน้ำออกจากนาให้แห้ง

2. เมื่อข้าวอายุประมาณ 10-12 วัน ให้พ่น สารกำจัดวัชพืช ตามชนิดของวัชพืชที่เกิดขึ้น เมื่อวัชพืชตายได้ 3 วัน ให้เพิ่มระดับน้ำในนาประมาณ 3 เซนติเมตร ขังนาน 3 วัน

3. ใส่ปุ๋ยครั้งแรกด้วยสูตร 16-20-0 อัตราไร่ละ 30-35 กิโลกรัม แล้วรักษาระดับน้ำท่วมผิวดิน ขังน้ำไว้จนกระทั่งน้ำแห้ง หากพบวัชพืชให้รีบกำจัดอีกครั้ง

4. ประมาณ 2 สัปดาห์ น้ำในนาเริ่มแห้ง ดินเริ่มแตกระแหง ให้ระบายน้ำลงนาระดับ 3-5 เซนติเมตร ขังไว้จนกระทั่งน้ำแห้ง ให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งจนกระทั่งข้าวอายุประมาณ 45-50 วัน หากพบวัชพืชต้องรีบกำจัด ก่อนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2

5. เมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอสูงสุด (อายุ 45-50 วัน) ให้เพิ่มระดับน้ำในนาสูง 5 เซนติเมตร ขังไว้นาน 3 วัน จนข้าวเริ่มออกช่อดอก (อายุ50-55 วัน)

6. ใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตราไร่ละ 10-15 กิโลกรัม หลังจากนั้น 7 วัน ให้เพิ่มระดับน้ำ 10 ซม. รักษาระดับน้ำจนข้าวออกดอกถึงระยะแป้งในเมล็ดเริ่มแข็ง หรือ 15-20 วันหลังข้าวออกดอก

7. หลังข้าวออกดอกแล้ว 20 วัน ระบายน้ำออกจากแปลงให้แห้งเพื่อเร่งการสุกแก่ (กรมการข้าว, 2556)

อิทธิพลของน้ำต่อการผลิตข้าว

ปริมาณและการกระจายน้ำฝนนับว่ามีอิทธิพลมาต่อการปลูกข้าวของโลก ปริมาณน้ำฝนที่มากเพียงพอและมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอย่อมเป็นผลดีต่อการผลผลิตข้าวโลก ปริมาณน้ำฝนที่ปลูกข้าวในที่ลุ่มที่มีน้ำขัง (lowland) อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าอิทธิพลของปริมาณน้ำและความแปรปรวนของน้ำฝนที่มีต่อการปลูกข้าวไร่ (upland rice) นั้นมีความแตกต่างอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับอิทธิพลที่มีต่อการปลูกข้าวนาสวน (lowland rice) ดังตัวอย่างที่เห็นได้ว่ามีการปลูกข้าวไร่ในเขตฝนตกชุกในแถวอัสสัมและเบงกอลตะวันตกของอินเดีย และบังกลาเทศควบคู่ไปกับการปลูกข้าวไร่ในประเทศ (ladhya Pradesh) ของอินเดียซึ่งมีปริมาณฝนตกน้อยในประเทศ พม่านั้นก็มีการปลูกข้าวไร่ในสภาพที่มีความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 500-2000 มิลลิเมตร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน

ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนนั้นมีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อแอฟริกาตะวันตกซึ่งมีการปลูกข้าวไร่เป็นส่วนใหญ่ จากสถิตการเกษตรของโลกพบว่าการตกของฝนในเขตนี้อาจมีการเริ่มต้นเวลาใดหนึ่งก็ได้ และในบางท้องที่อาจมีฝนทิ้งช่วง แล้วมีการขยายฤดูปลูกออกไปอีกได้ดังเช่นใน

ประเทศไอวอรีโคสต์ กานาตอนใต้ โตโกและเบนินตอนใต้ และไนจีเรียตอนใต้ ฤดูฝนของแฟริกาตะวันตกที่มีพื้นที่ได้รับฝนน้อนกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี จะอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงตุลาคมในขณะที่ในเขตซึ่งได้รับฝนมากกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปีจะมีฤดูฝนเริ่มต้นราวปลายเดือนมีนาคมเป็นต้นไป

ในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่มีการปลูกข้าวมักแบ่งฤดูกาลเพาะปลูกเป็นฤดูฝน (wet season) และฤดูแล้ง (dry season) และการปลูกข้าวส่วนใหญ่จะกระทำในฤดูฝนหรือฤดูนาปี ในฤดูแล้งหรือฤดูนาปรังนั้นมักมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อการปลูกข้าว และเนื่องจากประเทศไทยในเขตร้อนส่วนใหญ่ยังขาดการอำนวยความสะดวกชลประทาน การทำนาจึงต้องอาศัยน้ำฝนซึ่งมากับลมมรสุม ดังนั้นข้อมูลทางด้านปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนจึงเป็นตัวกำหนดให้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีด้านเขตกรรม (culture practices) ให้มีประสิทธิภาพที่จะนำมาใช้กับพันธุ์ข้าวนั้นๆ (วิเชียร, 2546)

ชุติวัฒน์ และคณะ (2536) ได้ศึกษาอิทพลของระดับน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2535 โดยใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี (ระดับน้ำ 5 ระดับ) คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร เริ่มรักษาระดับน้ำหลังจากปักดำ 20 วัน และระบายออกก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน ผลการทดลองพบว่าข้าวซึ่งปลูกในระดับน้ำ 0, 5, 10 และ 15 เซนติเมตร มีความสูงน้อยกว่า แต่แตกกอและให้ผลผลิตมากกว่าข้าวในระดับน้ำ 20 เซนติเมตร โดยข้าวที่ปลูกที่ระดับน้ำเรี่ยผิวดิน (0 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตสูงสุด 659 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าเมื่อปลูกในระดับน้ำ 20 เซนติเมตร 109 กิโลกรัมต่อไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 19.8 คุณภาพการสีของข้าวจากระดับน้ำ 0-15 เซนติเมตร สูงกว่าของระดับ 20 เซนติเมตร เล็กน้อย

กรมพัฒนาที่ดิน (2550) ได้รายงานว่า ในระยะปักดำจนถึงแตกกอ ควรรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ประมาณ 5 เซนติเมตร แต่ถ้าต้นข้าวขาดน้ำจะทำให้วัชพืชเติบโตแข่งขันกับต้นข้าวได้ ดังนั้นระดับน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวตลอดฤดูปลูก ควรเก็บรักษาไว้ที่ประมาณ 5-15 เซนติเมตร จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 7-10 วัน จึงระบายน้ำออกเพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกันและพื้นนาแห้งพอเหมาะต่อการเก็บเกี่ยว

ปรีชา (2550) ได้ศึกษา ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวนาปรังที่ปลูกในนาดินเหนียวภาคกลาง ได้ดำเนินวิจัยที่ศูนย์วิจัยปทุมธานี ในดินชุดรังสิต ดินบนเป็นดินเหนียวมีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ดำเนินการทดลอง ปี พ.ศ. 2549-2550 ในสภาพการให้น้ำอย่างประหยัด 3 แบบ คือ ให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง (intermittent irrigation) ให้น้ำแบบดินอิ่มตัว (saturated soils) โดยปล่อยน้ำท่วมผิวดินชุ่มตลอดฤดูการปลูกข้าว (surface irrigation) และการให้น้ำขัง 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก (shallow continuous flooding) พบว่า วิธีการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งใช้น้ำประมาณ 983

ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วิธีการให้น้ำแบบดินอิ่มตัว โดยปล่อยน้ำท่วมผิวดินชุ่มตลอดฤดูการปลูก ใช้น้ำ 601 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และการให้น้ำแบบขัง 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก ใช้น้ำ 1,148 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้น วิธีการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง และการให้น้ำแบบดินอิ่มตัว โดยปล่อยน้ำท่วมผิวดินชุ่มตลอดฤดูการปลูกข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบขัง 5เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก จะประหยัดน้ำได้ร้อยละ 14.4 และ 47.6 และใช้น้ำน้อยกว่า 165.4และ 547.1 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สำหรับการจัดการให้น้ำแบบขัง 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูกให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 691 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 642 กิโลกรัมต่อไร่ และการให้น้ำแบบดินอิ่มตัว ให้ผลผลิต 634 กิโลกรัมต่อไร่น้อยที่สุด

พงศ์ศักดิ์ และคณะ (2555) ได้ศึกษา การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าว โดยการปลูกข้าวนาแบบหยอดเมล็ดโดยวิธีการให้น้ำแบบหยด เปรียบเทียบกับวิธีการปลูกข้าวแบบปักดำและนาหว่านน้ำตมให้น้ำแบบท่วมขัง วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำ ใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 การปลูกข้าวแบบน้ำหยด ปลูกแบบหยอดเมล็ด ระยะห่าง 30 x 50 เซนติเมตร 3 เมล็ดต่อหลุม ตามระยะของท่อน้ำหยอด โดยใช้ท่อน้ำหยดแบบมีหัวจ่ายน้ำภายในท่อ วางบนผิวดินอัตราการให้น้ำ 1.2 ลิตร/เซนติเมตร/หัวหยด ที่แรงดันน้ำ 1 บาร์ การให้น้ำ 3 วันต่อครั้ง ความชื้นดินไม่ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช พบว่า การปลูกข้าวแบบหยอดเมล็ดต่อหลุมโดยให้น้ำหยดใช้น้ำน้อยที่สุดเท่ากับ 1,37.82 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และให้ประสิทธิภาพใช้น้ำต่อผลผลิตข้าวสูงสุดเท่ากับ 0.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ให้ผลผลิตที่ต่ำ (374.97 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 0.0278 กิโลกรัมต่อกอ) แม้ว่าให้จำนวนการแตกกอหรืออัตราการแตกกอดี แต่ต้นเตี้ย สาเหตุที่ทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวที่ปลูกแบบหยอดเมล็ดและให้น้ำแบบน้ำหยอดต่ำ เนื่องจากใช้ระยะปลูกห่างทำให้มีจำนวนกอต่อพื้นที่น้อย การปลูกข้าวโดยให้น้ำแบบหยดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่อปริมาณผลผลิตสูงและประหยัดน้ำได้ดี

ประพาส (2556) ได้ศึกษาปริมาณน้ำในนาข้าว ควรจะต้องมีอยู่เสมอประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพราะน้ำในระดับนี้ เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่มีต้นเตี้ย ประมาณ 100-120 เซนติเมตร เช่น กข 8 กข 9 กข 21 และ กข 23 ส่วนในนาที่ปลูกข้าว กข 13 ซึ่งมีต้นสูงประมาณ140 เซนติเมตร จะต้องมีน้ำ ประมาณ 20-30 เซนติเมตร และเมื่อต้นข้าวได้ออกรวงแล้วประมาณ 2สัปดาห์ จะต้องปล่อยน้ำออกจากนาให้หมด เพื่อทำให้เมล็ดแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ในขณะที่ดินนานั้นแห้งทำให้สะดวกแก่การเข้าไปเก็บเกี่ยว การขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตของข้าว นอกจากจะทำให้ต้นข้าวไม่เจริญเติบโตแล้ว ยังทำให้เกิดมีวัชพืชจำนวนมากด้วย

เข็มพรและนิตยา (2556) ได้การศึกษาผลของการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ได้ดำเนินการทดลองในพื้นที่แปลงนาของศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง ปี 2555 ถึง 2556 เป็นระยะเวลา 2 ปี เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลการเปลี่ยนแปลงของ

สภาพแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์ได้แก่ กข 43 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2 ปทุมธานี 1 และ กข 29 ที่ปลูกต่างกันจำนวน 3 วันปลูก จากผลการทดลองพบว่า1) ความสูงของต้นข้าวและการแตกกอในระยะแตกกอจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความเร็วลม และปริมาณแสงแดดต่อวันสะสม 2) อุณหภูมิและปริมาณแสงแดดต่อวันต่ำจะทำให้อายุการสุกแก่ของข้าวสั้นลง 3) ปริมาณแสงแดดสะสมตลอดฤดูปลูกสูง จะทำให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 ปี ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2, ปทุมธานี 1, กข 29 และ กข 43 ที่ปลูกในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวงให้ผลผลิตสูง คือ 674, 671, 699 และ 641 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

นันทนิตย์ (2556) รายงานว่า การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง แกล้งข้าว จะกระตุ้นข้าวโดยใช้ระดับน้ำแห้ง เพื่อดึงศักยภาพพัฒนาข้าวตามธรรมชาติมาใช้ ให้รากได้ยืดตัวออกหาอาหาร มีการแตกกอ สร้างความต้านทานต่อโรคและแมลง และสร้างผลผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และการปล่อยน้ำให้แห้งช่วงแรกจะต้องให้น้ำแห้งลงไปจากผิวดิน 15 เซนติเมตร สังเกตระดับน้ำจากท่อแกล้งข้าว โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดกว้างหน้า 4 นิ้ว ยาว 25 เซนติเมตร เจาะรูระบายน้ำโดยรอบ ฝังท่อลงในดินลึกลงไป 20 เซนติเมตร และให้พ้นจากหน้าดิน 5 เซนติเมตร จากนั้นก็จะสังเกตน้ำในท่อในช่วงเวลาแกล้งข้าว

Talpur *et al.* (2013) ได้ศึกษา อิทธิพลของระดับน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว พบว่า น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร มีผลดีช่วงการเจริญเติบโตของข้าว ในขณะที่น้ำเหนือผิวดิน 10 เซนติเมตร ของข้าวเหมาะระยะสุดท้ายที่ข้าวเริ่มให้ผลผลิต และมีผลผลิตสูงสุด เพราะว่าในช่วงระยะต้นข้าวมีการแตกกอ จึงไม่จำเป็นต้องให้น้ำสูงเกินไป ซึ่งจะทำให้ข้าวแตกกอน้อย และระยะช่วงข้าวกำลังตั้งท้องมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อการสร้างเมล็ดและน้ำนม ซึ่งน้ำในระดับที่สูงจะช่วยเก็บและสะสมอาหารไว้ได้มาก และเพียงพอที่ข้าวจะดูดอาหารไปใช้ได้อย่างเต็มที่ ความต้องการน้ำของข้าวส่วนมากอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต และช่วงเริ่มให้ผลผลิต

นิตยา (2557) ได้ศึกษาการจัดการน้ำที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวอายุสั้นในฤดูนาปรังภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Split Plot in RCBจำนวน 5 ซ้ำ โดยมีการให้น้ำ 3 แบบ ได้แก่ การให้น้ำแบบดินชุ่มน้ำ การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง และการให้น้ำแบบขังตลอด และพันธุ์ข้าว จำนวน 3 พันธุ์ คือ ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 2 และ กข 43ปลูกข้าวโดยการหว่านน้ำตมอัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดแปลงย่อย 4 x 7 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 2 X 5 เมตร บันทึกข้อมูล ความสูง ผลผลิต ข้อมูลภูมิอากาศ ด้านอุณหภูมิ ข้อมูลการใช้น้ำดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ฤดูนาปรัง 2554 และ 2555 ผลการทดลอง พบว่า การจัดการน้ำ

แบบให้น้ำขังตลอดฤดูปลูกข้าวทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 818 กิโลกรัมต่อไร่ การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 2 สามารถให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 ฤดู โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 837 และ 781 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวพันธุ์ กข 43 ให้ผลผลิตต่ำเฉลี่ย 686 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูนาปรัง 2554 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 686 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในฤดูนาปรัง 2555 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงถึง 906 กิโลกรัมต่อไร่ ในด้านปริมาณการใช้น้ำพบว่า การให้น้ำแบบขังตลอดฤดูข้าวปทุมธานี 1 ใช้น้ำเฉลี่ย 1,016 ลูกบาศก์เมตร ข้าวสุพรรณบุรี 2 และ กข 43 ใช้น้ำเฉลี่ย 783 ลูกบาศก์เมตร ส่วนการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งลดปริมาณน้ำลงได้ 30 % ในข้าวปทุมธานี 1 และ 20 % ในข้าวสุพรรณบุรี2 และ กข43 ในขณะที่การให้น้ำแบบดินชุ่มน้ำประหยัดน้ำลงได้ 45 % ในข้าวปทุมธานี1 และ 43% ในข้าวสุพรรณบุรี 2 และ กข 43

International Rice Research Institute (2015) ได้กล่าวว่า การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (alternate wetting and drying, AWD) หลังจากหว่านข้าวแล้ว 12 วัน จึงมีการให้น้ำครั้งแรกที่ระดับครึ่งหนึ่งของต้นข้าวเหนือผิวดิน จากนั้นปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนได้ที่ระดับต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตรจึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร เหนือผิวดิน สลับกันไปเรื้อยๆ จนถึงระยะกำเนิดช่อดอกจนถึงก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ รักษาระดับน้ำให้ขังลึก 10เซนติเมตร เพื่อไม่ให้กระทบต่อผลผลิตโดยการให้น้ำขังเหนือผิวดิน 10 เซนติเมตร ปล่อยให้แห้งต่ำกว่าผิวดิน 10, 15 และ 20 เซนติเมตร ในกรรมวิธีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง AWD 10/-10, AWD 10/-15 และ AWD 10/-20 (ให้น้ำขังเหนือผิวดิน 10 เซนติเมตร ปล่อยให้แห้งต่ำกว่าผิวดิน-10, -15 และ -20 เซนติเมตร) ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการให้น้ำขังตลอดฤดูการปลูก (continuous flooding) ทุกกรรมวิธีต้องระบายออกจากแปลงก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์

อาทิตย์ (2558) ผลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี ในฤดูนาปรัง 2557 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำโดยการจัดการน้ำเป็นกรรมวิธีมี 4 รูปแบบ ได้แก่การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งในระดับลึก 10, 15 และ 20เซนติเมตร (น้ำเหนือผิวดิน 10 และต่ำลงจากหน้าดิน -10, -15 และ -20) ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งที่ระดับ 15 เซนติเมตรใต้ผิวดิน ใช้น้ำประมาณ 3,241 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งที่ให้น้ำแห้งลงในดินระดับ 10 และ 20เซนติเมตร ซึ่งใช้น้ำปริมาณ 3,368 และ 3,455 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งทั้ง 3 กรรมวิธี ใช้น้ำน้อยกว่าการจัดการน้ำแบบให้น้ำขังตลอดฤดูปลูกใช้น้ำมากที่สุดประมาณ 4,741 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่า การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งที่ให้น้ำแห้งลง

ในดิน 10, 15 และ 20 เซนติเมตร ใช้น้ำน้อยกว่าการจัดการน้ำแบบให้น้ำขังตลอดฤดูปลูก28.9, 31.6 และ 27.1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับผลผลิตข้าว พบว่า การให้น้ำแบบขังตลอดฤดูได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 425 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งที่ 10/-10 เซนติเมตร และ 10/-15 เซนติเมตร ที่ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 409 และ 414 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มากกว่าการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง ที่10/-20 เซนติเมตร (ให้น้ำเหนือผิวดิน 10 และให้น้ำลดลงไต้ผิวดิน-10, -15 และ -20) ซึ่งได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 406 กิโลกรัมต่อไร่

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการศึกษาที่สถานีทดลองชลประทานที่ 1 (แม่แตง) กม.39 ถนนเชียงใหม่-ฝาง เลขที่ 97 หมู่ที่ 8 ตำบลสันมหาพน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 50150 สูงจากระดับน้ำทะเล 355.50 เมตร ระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่า 3.00 เมตร จากผิวดิน

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี
2. สารปรับปรุงดิน (ปุ๋ยคอก)
3. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 18-8-8, 30-0-0
4. ท่อพีวีซีขนาด 3 นิ้ว
5. เครื่องวัดระดับน้ำ
6. อุปกรณ์ภาคสนามทั่วไป

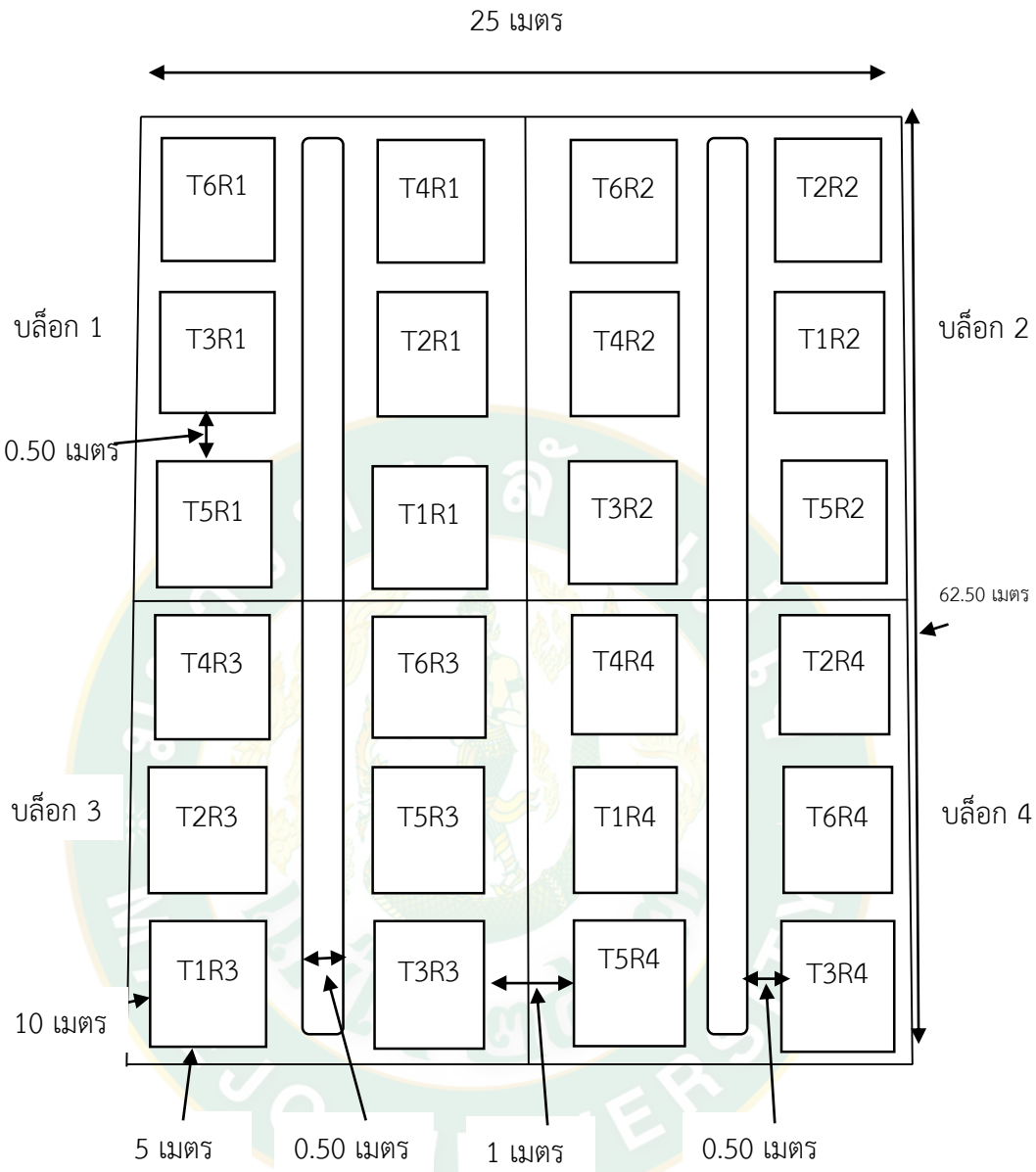
วิธีการดำเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) พื้นที่ 1,562.50 ตารางเมตร ทั้งหมดจำนวน 24 แปลง (ขนาดแปลง 5 x 10 เมตร) ประกอบด้วยการจัดการน้ำ 6 วิธีการ จำนวน 4 ซ้ำ (ภาพที่ 1)

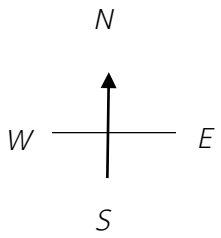
วิธีการที่ 1 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้งตลอด (เปียกสลับแห้ง) โดยให้น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร และปล่อยน้ำต่ำกว่าผิวดิน 5 เซนติเมตร

วิธีการที่ 2 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร โดยให้น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร และปล่อยน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร

วิธีการที่ 3 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร โดยให้น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร และปล่อยน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 แผนผังการทดลอง



วิธีการที่ 4 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร โดยให้น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร และปล่อยน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร

วิธีการที่ 5 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร โดยให้น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร และปล่อยน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร

วิธีการที่ 6 การจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูการปลูก(continuous flooding) เป็นการรักษาระดับน้ำเหนือผิวดินที่ 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก

1. **การตกกล้า**

การเตรียมดินมีการไถดะ ไถแปร และคราด ยกเป็นแปลงสูงจากระดับน้ำในผืนนานั้นประมาณ 3 เซนติเมตร เลือกเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ โดยผ่านการคัดเลือกแล้วว่าปราศจากเชื้อโรค นำเมล็ดที่ต้องการตกกล้าใส่ถุงผ้าไปแช่น้ำนาน 12-24 ชั่วโมง แล้วเอาขึ้นมาวางไว้บนแผ่นกระดานในพื้นที่ที่มีลมถ่ายเทได้สะดวก แล้วเอาผ้าหรือกระสอบเปียกน้ำคลุมไว้นาน 36-48 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดข้าวงอก จึงนำไปหว่านลงบนแปลงกล้าที่ได้เตรียมไว้ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 25 ถึง 30 วัน ทำการย้ายปลูก

2. **การเตรียมแปลงปักดำ**

เตรียมดินปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 โดยการแบ่งเป็นแปลงขนาด 5 x 10 เมตร จำนวนทั้งหมด 24 แปลง การเตรียมดินแบ่งเป็นสองขั้นตอน คือ

ขั้นตอนแรก คือ การไถดะเป็นการไถพลิกหน้าดินครั้งแรกเพื่อกำจัดวัชพืชในแปลง แล้วขังน้ำไว้ระยะหนึ่ง จากนั้นจึงไถแปรเป็นครั้งที่สองโดยไถขวางแนวไถดะเพื่อย่อยดินและคลุกเคล้าฟางข้าวและวัชพืชลงไปในดิน

ขั้นตอนสอง คือ การคราดดินให้แตกตัวละเอียดและปรับหน้าดินให้สม่ำเสมอ ใช้รถไถเดินตามและรถแทรกเตอร์ในการไถและคราด

3. **การปักดำ**

เมื่ออายุต้นกล้าได้ประมาณ 25-30 วัน นำต้นกล้าที่มีลักษณะดีและแข็งแรงไปปักดำในแปลงทดลองที่ได้เตรียมไว้โดยใช้เชือกดึงเป็นแถวเดียวกันเพื่อให้ง่ายต่อการกำจัดวัชพืชและทำให้ข้าวแต่ละกอมีโอกาสได้รับอาหารและแสงแดดสม่ำเสมอกัน โดยใช้ระยะปักดำ 20 x 25 เซนติเมตร

4. **การจัดการน้ำ**

วิธีการที่ 1 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้งตลอด (เปียกสลับแห้ง) รักษาระดับน้ำหรือให้น้ำชลประทานเหนือผิวดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร หลังจากปักดำข้าว เป็นเวลาประมาณสามสัปดาห์ เมื่อ

ต้นข้าวแข็งแรงดีจึงเริ่มแกล้งข้าวโดยหยุดการให้น้ำครั้งแรกในช่วงต้นข้าวอายุประมาณ 35-45 วัน (เป็นช่วงข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้น) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 5 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 5 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร สลับกันไปเรื้อยๆตลอดฤดูการปลูก เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 15 วัน จึงหยุดการให้น้ำหรือปล่อยน้ำออกเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 2 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร (เปียกสลับแห้ง) รักษาระดับน้ำหรือให้น้ำชลประทานเหนือผิวดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร หลังจากปักดำข้าว เป็นเวลาประมาณสามสัปดาห์ เมื่อต้นข้าวแข็งแรงดีจึงเริ่มแกล้งข้าวโดยหยุดการให้น้ำครั้งแรกในช่วงต้นข้าวอายุประมาณ 35-45 วัน (เป็นช่วงข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้น) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 15 วัน จึงหยุดการให้น้ำหรือปล่อยน้ำออกเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 3 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร (เปียกสลับแห้ง) รักษาระดับน้ำหรือให้น้ำชลประทานเหนือผิวดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร หลังจากปักดำข้าว เป็นเวลาประมาณสามสัปดาห์ เมื่อต้นข้าวแข็งแรงดีจึงเริ่มแกล้งข้าวโดยหยุดการให้น้ำครั้งแรกในช่วงต้นข้าวอายุประมาณ 35-45 วัน (เป็นช่วงข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้น) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตรอีกครั้ง และเมื่อต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและแตกกอเต็มที่จึงเริ่มแกล้งครั้งที่สองโดยหยุดการให้น้ำช่วงต้นข้าวมีอายุประมาณ 60-65 วัน (เป็นช่วงข้าวที่มีการเจริญเติบโตและแตกกอเต็มที่) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 15 วัน จึงหยุดการให้น้ำหรือปล่อยน้ำออกเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 4 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร (เปียกสลับแห้ง) รักษาระดับน้ำหรือให้น้ำชลประทานเหนือผิวดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร หลังจากปักดำข้าว เป็นเวลาประมาณสามสัปดาห์ เมื่อต้นข้าวแข็งแรงดีจึงเริ่มแกล้งข้าวโดยหยุดการให้น้ำครั้งแรกในช่วงต้นข้าวอายุประมาณ 35-45 วัน (เป็นช่วงข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้น) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้

ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 15 วัน จึงหยุดการให้น้ำหรือปล่อยน้ำออกเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 5 การจัดการน้ำด้วยวิธีการแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร (เปียกสลับแห้ง) รักษาระดับน้ำหรือให้น้ำชลประทานเหนือผิวดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร หลังจากปักดำข้าว เป็นเวลาประมาณสามสัปดาห์ เมื่อต้นข้าวแข็งแรงดีจึงเริ่มแกล้งข้าวโดยหยุดการให้น้ำครั้งแรกในช่วงต้นข้าวอายุประมาณ 35-45 วัน (เป็นช่วงข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้น) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตรอีกครั้ง และเมื่อต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและแตกกอเต็มที่จึงเริ่มแกล้งครั้งที่สองโดยหยุดการให้น้ำช่วงต้นข้าวมีอายุประมาณ 60-65 วัน (เป็นช่วงข้าวที่มีการเจริญเติบโตและแตกกอเต็มที่) แล้วปล่อยให้น้ำลดลงไปตามธรรมชาติจนถึงระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร เมื่อน้ำต่ำกว่าผิวดิน 20 เซนติเมตร จึงเพิ่มน้ำให้ได้ที่ระดับเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 15 วัน จึงหยุดการให้น้ำหรือปล่อยน้ำออกเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 6 การจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูการปลูกหรือควบคุมระน้ำชลประทานเหนือผิวดินที่ระดับ 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูก เป็นการให้น้ำขังเหนือระดับผิวดิน 5 เซนติเมตรตลอดฤดูการปลูก และเมื่อใกล้เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 10-15 วัน จึงหยุดการให้น้ำหรือปล่อยน้ำออกเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว

5. **การใส่ปุ๋ย**

การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ใส่สารปรับปรุงดิน (ปุ๋ยคอก) จำนวน 125 กิโลกรัมต่อแปลง และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองพื้นก่อนปักดำ ใส่อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อแปลง

ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 18-8-8 หลังปักดำ ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้น เช่น ทางด้านความสูง และการแตกกอ ใส่อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อแปลง

ครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 30-0-0 ช่วงข้าวตั้งท้อง อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อแปลง

6. **การดูแลรักษา**

รักษาระดับน้ำในแปลงทดลองให้อยู่ที่ประมาณ 5 เซนติเมตร และปฏิบัติตามแผนการทดลองจนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 15 วัน จึงระบายน้ำออกให้หมด ตรวจสอบการเข้าทำลายของโรค

และแมลงศัตรูพืชเพื่อป้องกันและกำจัด โดยเฉพาะวัชพืช ต้องมีการกำจัดอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่หลังปักดำจนถึงเก็บเกี่ยว

7. **การเก็บเกี่ยว**

เก็บเกี่ยวข้าวหลังจากดอกข้าวบานประมาณ 25-35 วัน โดยใช้เคียวตัดเอาส่วนที่อยู่เหนือดิน แล้วนำมาตากแดดประมาณ 1-2 วัน ให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษาและทำให้ข้าวมีคุณภาพการสีดี

8. **การบันทึกข้อมูล**

8.1 ลักษณะการเจริญเติบโต

สุ่มต้นข้าวที่อายุ 30, 60 และ 145 วันหลังปักดำ และระยะเก็บเกี่ยวจำนวน 12 จุดต่อแปลง เพื่อวัดการเจริญเติบโตของต้นข้าว คือ

8.1.1 ความสูงต้นข้าว โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายใบธง (เซนติเมตร)

8.1.2 จำนวนต้นต่อกอ (ต้น)

8.1.3 อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)

8.2 องค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิต

สุ่มตัวอย่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ 12 กอต่อแปลง ในพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อคำนวณหาองค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิต คือ

8.2.1 ผลผลิตต่อ 50 ตารางเมตร (กิโลกรัม)

8.2.2 จำนวนรวงต่อกอ (รวง)

8.2.3 น้ำหนักเมล็ดต่อกอ (กรัม)

8.2.4 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม)

8.2.5 ความยาวรวง (เซนติเมตร)

8.2.6 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) โดยการสุ่มเมล็ดดีจำนวน 1,000 เมล็ด ในแต่ละสิ่งทดลอง

8.2.7 ผลผลิต (กรัม) คำนวณที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรคำนวณตามวิธีการของ Anon (2003) ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (กรัม)} = \frac{100-MC}{100-14} \times \frac{a}{1,000} \times \frac{1,600}{b}$$

MC = Moisture content of sample measurement (%)

a = Grain yield of the sample / plot (g)

b= Sample area/plot (m^2)

8.3 การใช้น้ำ

บันทึกปริมาณการใช้น้ำของแต่ละแปลง (ลูกบาศก์เมตร) โดยบันทึกระยะเวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง (ชั่วโมง) x อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./ชั่วโมง) x จำนวนครั้งที่ให้น้ำตลอดฤดูการปลูก

9. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Randomi-zed Complete Block Design (RCBD) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต และการใช้น้ำ โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในทางสถิติด้วยการวิเคราะห์สัมพันธ์ (Gomez and Gomez, 1984)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาผลของการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน 6 วิธีการ ได้แก่ 1) วิธีการแกล้งตลอด (เปียกสลับแห้ง) ที่ 5 เซนติเมตร 2) วิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร 3) วิธีการแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร 4) วิธีการแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร 5) วิธีการแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร และ 6) วิธีการแบบขังน้ำตลอดฤดูการเพาะปลูกหรือรักษาน้ำเหนือผิวดินตลอดฤดูกาลเพาะปลูก 5 เซนติเมตร ในฤดูนาปรังที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ระหว่างวันที่ 30 ธันวาคม 2558 ถึงวันที่ 30 พฤษภาคม 2559 เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบศักยภาพองค์ประกอบของผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังนี้

การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเมล็ดต่อกอ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง ความยาวต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตต่อพื้นที่สุ่ม และปริมาณการใช้น้ำ พบว่า

1. ความสูงของข้าว

ความสูงของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการที่แตกต่างกัน เมื่อข้าวมีอายุ 62 วัน 90 วัน และ 145 วัน พบว่า ความสูงของข้าวแต่ละช่วงระยะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.3144, 0.9246 และ 0.9803) ตามลำดับ โดยข้าวช่วงอายุ 62 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวมีความต้องการธาตุอาหารมากเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้นและเริ่มมีการแตกกอ มีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 24.06 - 24.94 เซนติเมตร โดยข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 24.06 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 24.94 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) เมื่อข้าวมีอายุ 90 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวเริ่มหยุดการแตกกอ ข้าวมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 59.68 - 60.37 เซนติเมตร ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 59.68 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้งตลอด ที่ 5 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 60.37 เซนติเมตร และช่วงเก็บเกี่ยวข้าวที่อายุ145 วัน ข้าวมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 89.27 - 91.06 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) โดยข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย

น้อยที่สุด เท่ากับ 89.27 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้งตลอด ที่ 5 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 91.06 เซนติเมตร

2. จำนวนต้นต่อกอ

จากการทดสอบจำนวนต้นต่อกอของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ เมื่อข้าวที่มีอายุ 62 วัน และข้าวที่มีอายุ 90 วัน พบว่า จำนวนต้นต่อกอของข้าวแต่ละช่วงระยะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.2597 และ 0.0562) โดยข้าวช่วงอายุ 62 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวมีความต้องการธาตุอาหารมากเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้นและการแตกกอมากขึ้น ข้าวมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 14.31 - 18.31 ต้นต่อกอ ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 14.31ต้นต่อกอ ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 18.31 ต้นต่อกอ และเมื่อข้าวมีอายุ 90 วัน ซึ่งงเป็นช่วงที่ข้าวเริ่มหยุดการแตกกอ ข้าวมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 33.93 - 41.95 ต้นต่อกอ (ตารางที่ 1) โดยข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 33.93 ต้นต่อกอ ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 41.95 ต้นต่อกอ

3. จำนวนรวงต่อกอ

จากการทดสอบจำนวนรวงต่อกอของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ พบว่า จำนวนรวงต่อกอไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.3789) โดยมีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 20.56 - 23.31 ต้นต่อกอ (ตารางที่ 1) โดยข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 20.56 ต้นต่อกอ ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยด้วยวิธีแกล้งตลอด ที่ 5 เซนติเมตร (เหนือผิวดิน 5 เซ็นติเมตรและต่ำจากผิวดิน 5 เซ็นติเมตร หรือเรียกเปียกสลับแห้ง) มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 23.31 ต้นต่อกอ

4. อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์

จากการทดสอบจำนวนอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ของพันธุ์ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังโดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ พบว่า จำนวนอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.8896) โดยมีจำนวนอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยระหว่าง 116.50 - 117.25 วัน (ตารางที่ 1) ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร มีจำนวนอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 116.50 วัน ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร มีจำนวนอายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 117.25 วัน

5. น้ำหนักเมล็ดต่อกอ

จากการทดสอบน้ำหนักเมล็ดต่อกอของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ พบว่า จำนวนน้ำหนักเมล็ดต่อกอ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.2501) โดยมีน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 40.12 - 42.41 กรัม (ตารางที่ 1) ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 40.12 กรัม ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยด้วยวิธีแกล้งตลอด ที่ 5 เซนติเมตร และข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีจำนวนน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 42.41 กรัม

6. น้ำหนักเมล็ดต่อรวง

จากการทดสอบน้ำหนักเมล็ดต่อรวงของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ พบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อรวง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.8515) โดยมีน้ำหนักเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยระหว่าง 1.84 - 2.01 กรัม (ตารางที่ 1) ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 1.84 กรัม ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.01 กรัม

7. ความยาวรวง

จากการทดสอบความยาวรวงของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รีที่ในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ6 วิธีการ พบว่า ความยาวรวงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.5931) โดยมีความยาวรวงเฉลี่ยระหว่าง 21.42 - 22.14 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ข้าวที่ปลูกด้วยด้วยวิธีแกล้งตลอด ที่ 5 เซนติเมตร มีความยาวต่อรวงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 21.42 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีความยาวต่อรวงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 22.14 เซนติเมตร

8. น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

จากการทดสอบน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรังโดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.3683) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยระหว่าง 21.77 - 23.7 กรัม (ตารางที่ 1) ข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 21.42 กรัม ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ยมากสุดเท่ากับ 23.71 กรัม

9. ผลผลิตของข้าวต่อแปลง

จากการทดสอบผลผลิตของพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการ พบว่า ผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.252) โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 467.08 - 538.12 กรัม (ตารางที่ 1) ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร มีผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 467.08 กรัม ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 538.12 กรัม

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว

วิธีการ	ความสูง (เซนติเมตร)			จำนวนต้นต่อกอ (ต้น)		จำนวนรวงต่อกอ	อายุวันออก50เปอร์เซ็นต์	ความยาวรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อกอ	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ผลผลิตเฉลี่ยพื้นที่สุ่มต่อแปลง
	อายุ 62 วัน	อายุ 90 วัน	อายุ 145 วัน	อายุ 62 วัน	อายุ 90 วัน	(รวง)	(วัน)	(เซนติเมตร)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)
แกล้งตลอด ที่ 5 ซม.	24.22	60.37	91.06	15.66	36.10	23.31	116.50	21.42	42.41	1.85	22.19	514.95
แกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 ซม.	24.83	60.33	89.27	15.91	36.16	21.96	117.25	21.98	40.79	1.84	22.63	489.58
แกล้ง 2 ครั้ง ที่ 5 ซม.	24.20	60.14	90.85	14.31	36.35	21.60	116.50	22.11	41.63	1.93	22.38	501.11
แกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 ซม.	24.81	58.87	90.89	15.20	41.95	20.83	117.25	21.93	42.42	1.88	23.71	467.08
แกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 ซม.	24.06	59.68	90.08	15.25	33.93	20.56	117.25	22.14	40.12	1.94	23.46	481.47
รักษาน้ำตลอดฤดูกาลปลูก	24.94	60.29	89.89	18.31	40.54	22.81	116.50	21.81	42.41	2.01	21.77	538.12
GRAND MEAN	24.51	59.95	90.34	15.77	37.51	21.84	116.87	21.90	41.63	1.79	22.69	498.72
F-test	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*
CV (%)	**2.76**	**3.79**	**4.27**	**14.23**	**9.82**	**9.22**	***1.23***	**2.78**	**6.77**	**16.04**	**6.10**	**8.31**

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

10. ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตข้าว

จากการทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในฤดู นาปรัง โดยการจัดการน้ำ 6 วิธีการ พบว่า ปริมาณน้ำที่ใช้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ (p = 0.0001) (ตารางที่ 2) โดยมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยระหว่าง 28.96 - 47.82 ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง ข้าวที่ปลูกด้วยวิธีแกล้งตลอดฤดูการปลูก ที่ 5 เซนติเมตร มีการใช้น้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 28.96 ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง ส่วนข้าวที่ปลูกด้วยการควบคุมรักษาน้ำตลอดในระดับน้ำที่ 5 เซนติเมตร มีการใช้น้ำมากที่สุด เท่ากับ 47.82 ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง

ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม พบว่า มีการใช้น้ำเฉลี่ย 678.09 - 1,067.61 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) โดยวิธีการแกล้งตลอด ที่ 5 เซนติเมตร ใช้ปริมาณน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 678.69 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบขังตลอดฤดูเพาะปลูกน้ำที่ใช้ 1,067.61 สามารถประหยัดน้ำได้ร้อยละ 63.51 (วิธีการที่ 1) 74.63 (วิธีการที่ 2) 67.53 (วิธีการที่ 3) 75.66 (วิธีการที่ 4) และ 68.35 (วิธีการที่ 5) ตามลำดับ ในขณะที่การรวบรวมข้อมูลการปลูกข้าวจากการสัมภาษณ์เกษตรที่บ้านเด่น อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 12 ครัวเรือน พบว่า การใช้น้ำของเกษตรกรในปลูกข้าวนาปรังข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ใช้น้ำเฉลี่ย 1,879 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ได้รับผลผลิตเฉลี่ย 795 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ เท่ากับ 2,363.52 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม ดังนั้น การปลูกแบบเปียกสลับแห้งใช้น้ำเฉลี่ยต่อไร่น้อยกว่าของเกษตรกร บ้านเด่น อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และสามารถประหยัดน้ำได้ร้อยละ 28.72

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตข้าว

วิธีการทดลอง	ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อแปลง* (ลูกบาศก์เมตร)(/)	ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม (ลิตร)	การใช้น้ำเปรียบเทียบกับการรักษาน้ำตลอดโดยเฉลี่ย %
แกล้งตลอด (5 ซม.)	28.96 [c]	678.09	63.51
แกล้ง 1 ครั้ง (15 ซม.)	32.37 [b]	796.80	74.63
แกล้ง 2 ครั้ง (15 ซม.)	30.04 [bc]	720.96	67.53
แกล้ง 1 ครั้ง (20 ซม.)	31.30 [bc]	807.74	75.66
แกล้ง 2 ครั้ง (20 ซม.)	29.19 [c]	729.75	68.35
รักษาน้ำตลอด (5 ซม.)	47.82 [a]	1,067.61	
GRAND MEAN	33.31		
F-test	**		
CV (%)	4.18		

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

(/) 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร

สหสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และปริมาณการใช้น้ำ

จากการทดสอบสหสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต องค์ประกอบของผลผลิต ผลผลิต และปริมาณการใช้น้ำในการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ฤดูนาปรัง โดยการให้ระดับน้ำ 6 วิธีการที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อกอมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.9366 (p= 0.0059) อายุวันออกดอกมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับความยาวรวง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.8983 (p=0.0150) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าสหสัมพันธ์ในทางลบกับผลผลิต ซึ่งมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.8857 (p=0.0189) น้ำหนักเมล็ดต่อกอมีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9832 (p= 0.0004)สำหรับความสูง ต้นต่อกอ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง ความยาวรวง และปริมาณการใช้น้ำ ไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติที่ (p = 0.05) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 สหสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำ

	ความสูง	จำนวนต้นต่อกอ	น้ำหนักเมล็ดต่อกอ	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง	วันออกดอก	ความยาวรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ปริมาณการใช้น้ำ
จำนวนต้นต่อกอ	0.1769							
***p* value**	***0.7374***							
น้ำหนักเมล็ดต่อกอ	-0.0975	0.0733						
***p* value**	***0.8543***	***0.8902***						
น้ำหนักเมล็ดต่อรวง	-0.1451	0.1995	0.4981					
***p* value**	***0.7839***	***0.7047***	***0.3147***					
วันออกดอก	0.4885	-0.2196	0.3367	-0.4712				
***p* value**	***0.3256***	***0.6759***	***0.5140***	***0.3455***				
ความยาวรวง	-0.3570	-0.1603	-0.5071	0.3350	-0.8983			
***p* value**	***0.4872***	***0.7616***	***0.3045***	***0.5162***	***0.0150***			
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	0.1175	0.0252	-0.9366	-0.3043	-0.3499	0.4701		
***p* value**	***0.8245***	***0.9622***	***0.0059***	***0.5576***	***0.4966***	***0.3469***		
ปริมาณการใช้น้ำ	-0.3967	0.5486	0.7029	0.7086	-0.2784	-0.0978	-0.5515	
***p* value**	***0.4362***	***0.2596***	***0.1193***	***0.1150***	***0.5932***	***0.8537***	***0.2566***	
ผลผลิต	-0.1597	0.1066	0.9832	0.4517	0.3690	-0.5722	-0.8857	0.7319
***p* value**	***0.7624***	***0.8408***	***0.0004***	***0.3685***	***0.4717***	***0.2354***	***0.0189***	***0.0982***

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลของการศึกษาการทดลองจากการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ในฤดูนาปรัง โดยมีการจัดการน้ำ 6 วิธีการที่แตกต่างกัน พบว่า การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้ง 6 วิธีการ เนื่องจากการแกล้งข้าวไม่ได้ทำให้ข้าวขาดน้ำ แต่เป็นการลดปริมาณน้ำแต่ละวิธีการให้น้อยลง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับ นันทนิตย์ (2556) ที่ได้รายงานว่า วิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (แกล้งข้าว) เป็นวิธีการดึงศัยภาพของต้นข้าวที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้ปรากฏออกมาอย่างชัดเจน โดยใช้การควบคุมระดับน้ำ การปล่อยให้น้ำแห้ง เพื่อให้รากข้าวยืดตัวออกหาอาหาร มีการแตกกอได้มากขึ้น สร้างความต้านทานโรคและแมลงและสร้างผลผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ อาทิตย์ (2558) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี แบบน้ำขังตลอดฤดูกาลปลูก และแบบเปียกสลับแห้ง 10/-10, 10/-15 และ 10/-20 เซนติเมตร พบว่า การเจริญเติบโตของข้าวแบบปลูกน้ำขังตลอดฤดูกาล กับการปลูกแบบเปียกสลับแห้งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดใกล้เคียงกัน และผลผลิตไม่แตกต่างกัน แบบน้ำขังตลอดฤดูกาลให้ผลผลิต 425 กิโลกรัมต่อไร่ และแบบเปียกสลับแห้งให้ผลผลิต 409 414 และ 406 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ นิตยา (2557) ที่ได้ศึกษาการจัดการน้ำที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวอายุสั้นในฤดูนาปรังภายใต้การเปลี่ยนเปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า การจัดการน้ำแบบให้น้ำขังตลอดฤดูกาลปลูก ข้าวทั้ง 3 พันธุ์ (ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ข้าวสุพรรณบุรี2 และข้าวกข43) ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 818 กิโลกรัมต่อไร่ และการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งให้ผลผลิต 837 กิโลกรัม 781 กิโลกรัม และ 686 กิโลกรัม ตามลำดับ และปรีชา (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำ 3 แบบ คือ ให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง ให้น้ำแบบดินอิ่มตัว และการให้น้ำขัง 5 เซนติเมตรตลอดฤดูปลูก พบว่า การจัดการให้น้ำแบบขังตลอดฤดูปลูกให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 691 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 642 กิโลกรัมต่อไร่ และการให้น้ำแบบดินอิ่มตัว ให้ผลผลิต 634 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีการให้ผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการปลูกข้าวทั้ง 6 วิธีการ พบว่า มีการใช้น้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.0001$) โดยที่การปลูกแบบน้ำขังตลอดฤดูกาลใช้น้ำมากกว่าการปลูกแบบเปียกสลับแห้ง คือ วิธีแบบน้ำขังตลอดฤดูกาลปลูกใช้น้ำ 1,067.61 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม และแบบเปียกสลับแห้ง คือ วิธีแกล้งตลอดใช้น้ำ 678.09 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม วิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร 796.80 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม วิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 เซนติเมตร 720.96 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1

กิโลกรัม วิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร 807.74 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม และวิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 20 เซนติเมตร 729.75 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม เนื่องจากว่าการจัดการน้ำแต่ละวิธีการให้ระดับน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา (2550) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพการให้น้ำของข้าวนาปรังที่ปลูกในดินเหนียวภาคกลาง พบว่า การให้น้ำแบบขังตลอดฤดูกาลปลูก 5 เซนติเมตร ใช้น้ำ 1,661 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม แบบเปียกสลับแห้งใช้น้ำ 1,531 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม และให้น้ำแบบดินอิ่มตัวใช้น้ำ 947 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของอาทิตย์ (2558) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการน้ำในนาข้าวศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี แบบน้ำขังตลอดฤดูกาลปลูก และแบบเปียกสลับแห้ง 10/-15 เซนติเมตรพบว่า วิธีแบบน้ำขังตลอดใช้น้ำมากที่สุด 11,155 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม และแบบเปียกสลับแห้ง 10/-15 เซนตีเมตร ใช้น้ำเพียงแต่ 7,828 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม ดังที่ Talpur *et al.* (2013) ได้รายงานว่า น้ำเหนือผิวดินระดับ 5 เซนติเมตร มีผลดีช่วงการเจริญเติบโตของข้าว ในขณะที่น้ำเหนือผิวดิน 10 เซนติเมตร ของข้าวเหมาะกับระยะสุดท้ายที่ข้าวเริ่มให้ผลผลิต โดยในช่วงระยะต้นข้าวมีการแตกกอ ไม่จำเป็นต้องให้น้ำสูงเกินไป ซึ่งจะทำให้ข้าวแตกกอน้อย และระยะช่วงข้าวกำลังตั้งท้องมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อการสร้างเมล็ดและน้ำนม จึงต้องการน้ำในระดับที่สูงเพื่อช่วยเก็บและสะสมอาหาร และเพียงพอที่ข้าวจะดูดอาหารไปใช้ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น ความต้องการน้ำของข้าวส่วนมากอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตและช่วงเริ่มให้ผลผลิต

การปลูกแบบเปียกสลับแห้งที่ 5 เซนติเมตร ใช้น้ำในการผลิตข้าวเพียง 63.51 % ของการปลูกแบบขังน้ำตลอด (ตารางที่ 2) จึงสามารถประหยัดน้ำได้ เท่ากับ 389.52 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม จากสถิติการเกษตร ปี 2559 พบว่ามีผลผลิตข้าวเฉลีย 451 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560) จากพื้นที่การปลูกข้าว 60.507.749 ไร่ (กรมการข้าว. 2560) ถ้าเกษตรกรไทยปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง จะประหยัดน้ำได้ 1.06×10^{13} ลิตร โดยไม่กระทบต่อการผลิตข้าวในประเทศ

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการจัดการน้ำทั้ง 6 วิธีการ ที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทาน 1อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p > 0.05$) โดยที่ข้าวมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 89.27 - 91.06 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ย 33.93 - 41.95 ต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 20.56 - 23.31 ต้นต่อกอ อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 116.50 - 117.25 วัน น้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ย 40.12 - 42.41 กรัมน้ำหนักเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 1.84 - 2.01 กรัม ความยาวรวงเฉลี่ย 21.42 - 22.14 เซนติเมตร น้ำหนัก1,000 เมล็ดเฉลี่ย 21.77 - 23.71 กรัม และมีผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่สุ่มอยู่ระหว่าง 467.08 - 538.12 กรัม

ปริมาณการใช้น้ำจากการจัดการน้ำทั้ง 6 วิธีการ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ ($p < 0.01$) โดยวิธีแกล้งตลอดใช้น้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 678.09 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม รองลงมาคือ วิธีแกล้ง 2 ครั้ง ที่ 15 และ 20 เซนติเมตร วิธีแกล้ง 1 ครั้ง ที่ 15 และ 20 เซนติเมตร ใช้น้ำ เท่ากับ 720.96 729.75 796.08 และ 807.74 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1กิโลกรัม ตามลำดับ และใช้น้ำมากที่สุดคือวิธีการแบบรักษาน้ำตลอดฤดูปลูก เฉลี่ย 1,067.61 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่า วิธีเปียกสลับแห้ง สามารถประหยัดน้ำได้ถึง 389.52 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม หรือลดปริมาณการใช้น้ำได้ร้อยละ 36.49 หรือลดปริมาณน้ำได้ 1/3 ในขณะที่การสัมภาษณ์รวบรวมข้อมูลของเกษตรกร บ้านเด่น อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าใช้น้ำมากถึง 2,363.52 ลิตรต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. **เทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์**. สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G2/G2_16.pdf (30 กันยายน 2558).

กรมการข้าว. 2556. **นาเปียกสลับแห้งรับฝนแห้ง ประหยัดน้ำ** 50% [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.sawatpaiboon group.com (19 ตุลาคม 2559)

กรมชลประทาน. 2558. **ทำนาเปียกสลับแห้ง แกล้งข้าว นวัตกรรมทางเลือกยามน้ำมีน้อย** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.komchadluek.net/news/ lifestyle/ 200625 (30 กันยายน 2558).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. **สถิติการเกษตร ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง: เนื้อที่ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.doae.go.th/data-/rice/Out-Rice. Pdf (30 มีนาคม 2559).

กรมการข้าว. 2560. **รายงาน สถานการณ์การเพาะปลูกข้าว ปี 2559/60 รอบที่ 1** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ricethailand.go.th/web/home/images/brps/ text2559/ 15092559/15092559.pdf (30 กันยายน 2560).

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 303 หน้า.

เกษตรกรก้าวหน้า. 2558. **ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รีอินทรีย์ ทางเลือกใหม่ช่วยชาวนากินดีอยู่ดี** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http:/www.facebook.com/agriculturemag. (12 มีนาคม 2559).

เข็มพร เพชราภรณ์ และนิตยา รื่นสุข. 2556. **รายงานประชุมวิชาการข้าวกลุ่มศูนย์วิจัยภาคกลางตะวันออกและตะวันตก ประจำปี 2556**. ณ โรงแรมเอกไพลิน ริเวอร์แคว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี. ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตข้าว.

คณาจารย์ภาควิชาไร่นา. 2542. **พืชเศรษฐกิจ**. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตรกำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 460 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาของพืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. นพบุรีการพิมพ์: เชียงใหม่. 276 หน้า.

ชุติวัฒน์ วรรณสาย นิวัตน์ นภีรงค์ สุพัตรา สุวรรณธาดา และสอาง ไชยรินทร์. 2536. **อิทธิพลของระดับน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105**. กรมวิชาการ

เกษตร. พิมพ์ปีที่11 ฉบับที่ 1.

ฐีรวุฒิ เสนาดำ และพรพนา ก๊วยเจริญ. 2539. **พันธุกรรมข้าวบทบาทการอนุรักษ์และพัฒนาชุมชน: หนังสือประกอบสมัชชาเกษตรกรรมทางเลือก ครั้งที่ 2** มหกรรมเกษตรและอาหารปลอดสารพิษ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร. 136 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. 2542. **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช.** เจริญรัฐการพิมพ์ กรุงเทพ ฯ.

ทวีป คุปต์กาญจนากุล. 2539. **การเพิ่มศักยภาพผลผลิตของข้าว** มุมมองทางสรีรวิทยา กรมวิชาการเกษตรและส่งเสริมสหกรณ์. หน้า 75-91.

ธีระพล ตั้งสมบุญ. 2549. **การใช้น้ำของพืช เอกสารประกอบการบรรยาย หลักการปรับปรุงระบบการจัดการน้ำด้านเกษตรชลประทาน 44 หน้า** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. http://kmcenter.rid.go.th/kmc10/data/article/2554/005.pdf (15 มีนาคม 2559).

นันทนิตย์ อนุศาสนะนันทน์. 2556. **ระบบการผลผลิตเปียกสลับแห้ง แกล้งข้าว**. ปีที่ 16 ฉบับที่ 5/2556: ห้องสมุดคณะผลิตกรรมการเกษตร. 84 หน้า.

นิตยา รื่นสุขม. 2557. **รายงานการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืช เมืองหนาว ครั้ง ที่ 31 พ.ศ. 2557** ณ โรงแรมร้อยลพลา คลิฟฟ์ บีช รีสอร์ท แอนด์ สปา อ.บ้านฉาง จ.ระยอง. การจัดการน้ำที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวอายุสั้นในฤดูนาปรังภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.

บุญหงษ์ จงคิด พฤหัส หล่อเข็มทรัพย์ ยุวดี สวยอยู่ และวุฒิชัย แตงทอง. 2556. ความสามารถในการแตกกอและการให้องค์ประกอบผลผลิตต่อกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กลายพันธุ์เมื่อใช้จำนวนกล้าต่อกอแตกต่างกัน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 2**1 ฉบับที่ 6(ฉบับพิเศษ), 543-546. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บุญหงษ์ จงคิด. 2557. **ข้าวและเทคโนโลยีการผลผลิต**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทดโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 184 หน้า.

ประพาส วีระแพทย์. 2526. **ความรู้เรื่องข้าว**. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช**,** กรุงเทพ ฯ. 108 หน้า.

----------. 2556. **การปลูกข้าวเพื่อให้ได้ผลิตผลสูง**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เล่ม 3 พิมพ์ขึ้นในปี พ.ศ. 2520

ปราโมทย์ ไม้กลัด. 2530. **การชลประทาน**. เอกสารการสอนชุดวิชาเกษตรทั่วไป4: ดิน น้ำ และปุ๋ย. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี. หน้า 289-366.

ปรีชา จำปาเงิน. 2550. **รายงานประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2551** ณ โรงแรมชลจันทร์ รีสอร์ท พัทยา**.** ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวนาปรังที่ปลูกในนาดินเหนียวภาคกลาง. หน้า 16-30.

พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ ชุติ ม่วงประเสริฐ และสมชาย หล่อมหัทธนกุล.

2555. **รายงานประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. 4-5 เมษายน 2555** จังหวัดเชียงใหม่. การเพิ่มประสิทธิภาพการน้ำใช้ในการผลิตข้าว. หน้า 696-704.

พิชัย สุรพรไพบูลย์ และพิกุล สุรพรไพบูลย์. 2558. **รายงานการทดสอบผลผลิตข้าวไร่ในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงแม่จริม** จังหวัดน่าน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน.

พิเชษฐ นาเมือง สำราญ พิมราช และเหล็กไหล จันทะบุตร. 2560. **บทความวิจัย**. รายงานการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้ง ต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง. 10-21 หน้า.

มัตติกา พนมธรนิจกุล. 2549. **การจัดการดินและน้ำเพื่อระบบการเกษตรที่ยั่งยืน**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 467 หน้า.

มานัส ลอศิริกุล นันทิยา หุตานุวัตร นพมาศ นามแดง สุกัญญา คลังสินศิริกุล และประสิทธิ์ กาญจนา. 2559. รายงานการศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวเหนียวพื้นเมือง 3 พันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข 6 ภายใต้การจัดการแบบนาอินทรีย์ฤดูนาปี 2554. **แก่นเกษตร** 44(43): 436-442 หน้า.

วิเชียร ฝอยพิกุล. 2546. **เทคนิคและการใช้ดิน ปุ๋ย และ น้ำ**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันราชภัฏสุรินทร์. 405 หน้า.

ศจี เจริญยิ่ง. 2537. **ข้อมูลการใช้น้ำของพืชต่างๆ**. เอกสารวิชาการเล่ม 3. งานวิจัยการให้น้ำชลประทานของข้าว กองจัดสรรและบำรุงรักษาน้ำ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศุภธิดา อ่ำทอง. 2556. **เปียกสลับแห้ง" ปลูกข้าวแบบใช้น้ำน้อย** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http//www.manager.co.th/South/ViewNews.aspx. (15 ตุลาคม 2560)

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 2559. **ข้าว** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.kanchana-pisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=3&chap=1 & page=chap1.htm. (10 มีนาคม 2559)

ไสว พงษ์เก่า. 2534. **พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1. ภาควิชาพืชไร่นา** คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์. กรุงเทพฯ. 478 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http/www.manager.co.th/South/ViewNews.aspx. (29 กันยายน 2560).

อภิชาต ศรีสอาด. 2557. **แนวทางและแบบอย่างการทำนาข้าวสุขภาพ สร้างมูลค่าเพิ่ม** 1 **ไร่ ได้เกินแสน**. กรุงเทพฯ : บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด. 120 หน้า.

อรประภา อนุกูลประเสริฐ. 2559. **รายงานผลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอม 6 พันธุ์**. สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 444-455.

อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2530. **เรื่องของข้าว**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.** กรุงเทพฯ. 298 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**,** กรุงเทพฯ. 336 หน้า.

อาทิตย์ กุคำอู. 2558. **รายงานสัมมนาวิชาการข้าว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ครั้งที่ 8 ประจำปี 2558**. ผลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี หน้า 159-171.

Anon. 2003. **Annual Technical Report**. The Lao-IRRI Rice Research and Training Project. International Rice Research Institute. National Agriculture and Forestry Research Institute. 103 p.

Doorenbos, J. and Pruitt., W.O. 1977. **Crop water requirements**. Land and Water Development Divisions. Food and Agriculture Organization of the United Nation.

Gomez, K.A. and Gomez, A. A. 1984. **Statistical procedures for Agricultural Research**, John wiley and Sons, Inc, New York.

International Rice Research Institute. 2015. (IRRI) **Annual Report 2015** Research on 8/6/2017 from: http://www.irri.org/resources/publications/annual-reports/ annual-report-2015.

Talpur, M.A., Changying, J., Junejo, S.A., Tagar, A.A. and Ram, B.K. 2013. Effect of different water depths on growth and yield of rice crop. **African Journal of Agricultural Research**. 26 September, 2013. Retrieved 20 June 2017 from http://www.Academicjournals.org/ article13809 05998_Talpur %20et%20al.p.

Yoshida, S. 1981. **Fundamentals of rice crop science**. International Rice Research Institute. Laos bans, Philippines. 269 p.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่อายุ 62 วันหลังเพาะปลูก

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	10.6848	3.5616	7.73	3.29	5.42	0.0027
Treatment	5	3.0016	0.6003	1.30	2.90	4.56	0.3144
Ex.Error	15	6.9139	0.4609				
Total	23	20.6003	0.8957				

Grand Mean = 24.5133

CV = 2.7696 %

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่อายุ 90 วันหลังเพาะปลูก

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	81.7510	27.2503	5.26	3.29	5.42	0.0112
Treatment	5	6.8534	1.3707	0.26	0.92	4.56	0.9246
Ex.Error	15	77.6921	5.1795				
Total	23	166.2965	7.2303				

Grand Mean = 59.9512

CV = 3.7962 %

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงที่อายุ 145 วันหลังเพาะปลูก

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	294.5004	98.1668	6.57	3.29	5.42	0.0050
Treatment	5	9.9717	1.9943	0.13	0.92	4.56	0.9803
Ex.Error	15	224.0979	14.9399				
Total	23	528.5699	22.9813				

Grand Mean = 90.3429

CV = 4.2784 %

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอ 62 วันหลังเพาะปลูก

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	24.6646	8.2215	1.63	3.29	5.42	0.2238
Treatment	5	36.8292	7.3658	1.46	2.90	4.56	0.2597
Ex.Error	15	75.6459	5.0431				
Total	23	137.1398	5.9626				

Grand Mean = 15.7779

CV = 14.2330 %

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอ 90 วันหลังเพาะปลูก

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	109.7826	36.5942	2.53	3.29	5.42	0.096
Treatment	5	201.8001	40.3600	2.79	2.90	4.56	0.0562
Ex.Error	15	217.1777	14.4785				
Total	23	528.7604	22.9896				

Grand Mean = 37.4716

CV = 10.1545 %

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรวงต่อกอ

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	34.6083	11.5361	2.84	3.29	5.42	0.0724
Treatment	5	23.2868	4.6574	1.15	2.90	4.56	0.3789
Ex.Error	15	60.8722	4.0581				
Total	23	118.7673	5.1638				

Grand Mean = 21.8470

CV = 9.2208 %

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุวันออกดอก 50 % วัน หลังเพาะปลูก

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	64.5000	21.5000	2.59	3.29	5.42	0.0907
Treatment	5	13.5000	2.7000	0.33	2.90	4.56	0.8896
Ex.Error	15	124.5000	8.3000				
Total	23	202.5000	8.8043				

Grand Mean = 84.7500

CV = 3.3994 %

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อกอ

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	203.6638	67.8879	5.70	3.29	5.42	0.0084
Treatment	5	88.8448	17.7690	149	2.90	4.56	0.2501
Ex.Error	15	178.6378	11.9092				
Total	23	471.1465	20.4846				

Grand Mean = 41.5387

CV = 8.3078 %

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อรวง

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	0.3042	0.1014	2.45	3.29	5.42	0.1027
Treatment	5	0.0796	0.0159	0.39	2.90	4.56	0.8515
Ex.Error	15	0.6201	0.0413				
Total	23	1.0039	0.0436				

Grand Mean = 1.9116

CV = 10.6356 %

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	3.5127	1.1709	0.61	3.29	5.42	0.6222
Treatment	5	11.2468	2.2494	1.17	2.90	4.56	0.3683
Ex.Error	15	28.8068	1.9205				
Total	23	43.5663	1.8942				

Grand Mean = 22.6933

CV = 6.1067 %

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวต่อรวง

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	1.3575	0.4525	1.22	3.29	5.42	0.3380
Treatment	5	1.4146	0.2829	0.76	2.90	4.56	0.5931
Ex.Error	15	5.5779	0.3719				
Total	23	8.3500	0.3630				

Grand Mean = 21.9041

CV = 2.7840 %

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตกิโลกรัมต่อพื้นที่สุ่ม

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	29447.6660	9815.8887	5.71	3.29	5.42	0.0083
Treatment	5	12815.4554	2563.0911	1.49	2.90	4.56	0.2502
Ex.Error	15	25772.1580	1718.1439				
Total	23	68035.2793	2958.0556				

Grand Mean = 498.7216

CV = 8.3113 %

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร)

Source	*df*	*SS*	*MS*	*F*	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	*F-Prob*
Block	3	2238216.12	746072.04	0.38	3.29	5.42	0.7681
Treatment	5	042437333.20	208487466.64	107.4	2.90	4.56	0.0001
Ex.Error	15	29099740.62	939982.70				
Total	23	073775289.95	46685882.17				

Grand Mean = 33317.2083

CV = 4.1805 %

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายแก้วอุดร แสนมณี	
เกิดเมื่อ	03 พฤษภาคม 2526	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547	ระดับปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์ สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
ประวัติการทำงาน	ปี พ.ศ. 2551-ปัจจุบัน	กระทรวงกระสิกำและป่าไม้ กรมปลูกฝัง อ. ไชทานี จ. นครหลวงเวียงจันทร์ สปป. ลาว
	E-mail:	keooudone_sn@yahoo.com

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY