

อิทธิพลของความลึกการไถพรวนดินและความลึกการหยอดเมล็ดต่อการเจริญเติบโต ของข้าวในสภาวะแห้งแล้ง

Influence of Soil Plowing Depth and Seeding Depth on Rice Growth in Drought Condition

กฤษฎา เมย์ชม¹ สุตสายสิน แก้วเรือง^{1,*} และ ธานี ศรีวงศ์ชัย²

Kritsadar Moeychom¹, Sudsaisin Kaewrueng^{1,*} and Tanee Sriwongchai²

¹ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

² Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

รับเรื่อง: 3 พฤศจิกายน 2565 Received: 3 November 2022

ปรับแก้ไข: 29 ธันวาคม 2565 Revised: 29 December 2022

รับตีพิมพ์: 31 ธันวาคม 2565 Accepted: 31 December 2022

*Corresponding author: agrskr@ku.ac.th

ABSTRACT: Field rice, when faced with drought and intermittent rains, often faces problems of growth and decreased productivity. This experiment aimed to study the influence of soil plowing depth and seeding depth on rice growth under dry conditions by planting Pathumthani 1 rice in sandy loam soil of Khok Samrong district, Lopburi province. The 6 x 2 x 3 factorial trial was planned in a completely randomized design. The drought conditions were simulated by setting six different watering frequency intervals (W; 2, 5, 10, 20 and 25 days) together with two cultural factors: 1) two soil preparation depths (D; 25 and 40 cm) and 2) seeding depth of three levels (S; 0, 2.5 and 5.0 cm). The decision matrix method was applied to explain the results. The experimental results showed that cultural factors influenced rice growth in both drought and normal conditions, which could be described by tillering effect. The experimental results showed that cultural factors influenced rice growth both in drought and normal conditions, which could be explained by tillering, the number of filled or unfilled grains per ear, the weight of 100 seeds, good seed weight per pot, good seed per ear percentage, harvest index, water use, root dry weight, plant dry weight, and water use efficiency, which differed between the treatments ($P < 0.05$). When the water content was reduced, the 11th treatment (W2D2S2; 5 days, 40 cm, 2.5 cm) gave decision scores in the growth-dependent variable data like that of the control (W1D1S1; 2 days, 25 cm, 0 cm) was the highest and the 6th treatment (W1D2S3; 2 days, 40 cm, 5 cm) gave the best score compared to other treatments. The appropriate soil preparation depth and seeding depth were 40 and 2.5 cm, respectively. Increased depth promotes growth and improves productivity when rice faces drought conditions.

Keywords: Drought tolerant rice, seed sowing depth, tillage depth, watering, watering frequency

บทคัดย่อ

ข้าวนาปีเมื่อเผชิญกับสภาวะแล้งและฝนทิ้งช่วง มักประสบปัญหาด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความลึกการไถพรวนดิน และความลึกการหยอดเมล็ดต่อการเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะแห้งแล้ง โดยปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในดินร่วนปนทรายของอำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี วางแผนการทดลองแบบ $6 \times 2 \times 3$ แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สภาวะความแห้งแล้งถูกจำลองโดยกำหนดรอบความถี่การให้น้ำต่างกัน 6 ระดับ (W; 2, 5, 10, 15, 20 และ 25 วัน) ร่วมกับปัจจัยทางเขตรกรรมสองปัจจัย คือ 1) ความลึกการเตรียมดิน 2 ระดับ (D; 25 และ 40 เซนติเมตร) และ 2) ความลึกการหยอดเมล็ด 3 ระดับ (S; 0, 2.5 และ 5.0 เซนติเมตร) และ วิธี Decision matrix ถูกนำมาประยุกต์เพื่ออธิบายผลการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านเขตรกรรมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวทั้งในสภาวะแล้งและสภาวะปกติ ซึ่งอธิบายได้จากการแตกกอ จำนวนเมล็ดดีหรือเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดดีต่อกระถาง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง ดัชนีการเก็บเกี่ยว น้ำหนักรวงแห้ง น้ำหนักฟางแห้ง และปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกันระหว่างทรีตเมนต์ ($P < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณน้ำลดลง ทรีตเมนต์ที่ 11 (W2D2S2; 5 วัน 40 เซนติเมตร 2.5 เซนติเมตร) ให้คะแนนการตัดสินใจในบันทึกข้อมูลตัวแปรตามการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับชุดควบคุม (W1D1S1; 2 วัน 25 เซนติเมตร 0 เซนติเมตร) มากที่สุด และทรีตเมนต์ที่ 6 (W1D2S3; 2 วัน 40 เซนติเมตร 5 เซนติเมตร) ให้ค่าคะแนนดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่น ระดับความลึกการเตรียมดินและความลึกการหยอดเมล็ดที่เหมาะสม คือ 40 และ 2.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ ระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำทางด้านผลผลิตเมื่อข้าวเผชิญกับสภาวะแล้งได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวนาแล้ง, ความลึกการหยอดเมล็ด, ความลึกการเตรียมดิน, การให้น้ำ, ความถี่การให้น้ำ

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในประเทศไทย แบ่งเป็นข้าวนาปีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลักถึง 52.48 ล้านไร่ ซึ่งคิดเป็น 77 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด (68.15 ล้านไร่) และเป็นการปลูกข้าวนาปรังอีก 23 เปอร์เซ็นต์ โดยอาศัยน้ำในเขตชลประทาน (Office of Agricultural Economics, 2016) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝน ทำให้เกษตรกรไทยมักประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงและภัยแล้งโดยฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลาที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ติดต่อกันมากกว่า 15 วัน ในช่วงฤดูฝนส่วนภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำเป็นระยะเวลานานเป็นเดือนหรือเป็นปี ซึ่งโดยทั่วไปมักเกิดขึ้นเมื่อพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่อาจเกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่น หรือบางครั้งอาจครอบคลุมพื้นที่กว้างเกือบทั่วประเทศ (Sitthisuntikul *et al.*, 2015) ปัญหาดังกล่าวนับเป็นปัญหาสำคัญที่เกษตรกรไทยกำลังเผชิญในหลายพื้นที่ซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิต หรือส่งผลเสียหายต่อกิจกรรมทางการเกษตร เช่น พื้นดินขาดความชุ่มชื้น พืชขาดน้ำ พืชชะงักการเจริญเติบโต และปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลง เป็นต้น (Kumar *et al.*, 2008) สำหรับแนวทางการแก้ไขเมื่อข้าวเผชิญกับสภาวะแล้ง เกษตรกรสามารถปรับใช้ระบบชลประทาน ใช้พันธุ์ข้าวนาแล้ง และการเขตรกรรม

การเขตรกรรมหรือการจัดการดินที่เหมาะสมก่อนการเพาะปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวควรให้ความสำคัญ ซึ่งโดยปกติ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวมักไถพรวนดินโดยใช้ไถผาน 7 ที่มีความลึกจากหน้าดินประมาณ 25 เซนติเมตร และปลูกข้าวโดยใช้วิธีการ

หว่านเมล็ดที่สะดวกและรวดเร็ว จากการศึกษาของ Na Nagara *et al.* (1984) พบว่า เมื่อปลูกพืชโดยใช้การไถพรวนจะส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าการปลูกพืชโดยไม่ใช้การไถพรวน ซึ่งการไถพรวนดินส่งผลให้ขนาดช่องว่างหรือรูพรุนในดินมีขนาดใหญ่ขึ้น ลดการอัดแน่นของดิน ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดีขึ้น และลดค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน (Schillinger *et al.*, 1998) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้ผลผลิตพืชสูงขึ้น (Rasmussen *et al.*, 1972) อีกทั้ง ความลึกของการหยอดเมล็ดที่เพิ่มขึ้นยังช่วยทำให้ระบบรากพืชสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำด้านล่างได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษาคั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความลึกการไถพรวนดินและความลึกการหยอดเมล็ดต่อการเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะแห้งแล้ง เพื่อสร้างทางเลือกในการใช้ปัจจัยทางเกษตรกรรมที่เหมาะสม โดยศึกษาการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวเมื่อปลูกในสภาวะแห้งแล้ง โดยเลือกใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่เป็นข้าวเจ้าหอมที่นิยมปลูกและนิยมรับประทานอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ถูกพัฒนาพันธุ์จากสายพันธุ์ BKNA6-18-3-2 กับสายพันธุ์ PTT85061-86-3-2-1 โดยศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี เมื่อปี พ.ศ. 2533 ถูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ PTT90071-93-8-1-1 ซึ่งมีข้อดี คือ เป็นข้าวเจ้าหอมที่ไม่ไวต่อช่วงแสง และสามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี จึงได้รับความนิยมในการปลูกทั้งรูปแบบข้าวนาปรัง (ในเขตพื้นที่ชลประทาน) และข้าวนาปี (อาศัยน้ำฝนตามช่วงฤดูกาล) มีคุณภาพเมล็ดคล้ายข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีจุดเด่นในด้านการให้ผลผลิตสูง ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดหลังขาว ต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และให้ผลผลิตปริมาณมาก

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมดินและการเตรียมพืชทดลอง

เตรียมตัวอย่างดินที่มีน้ำหนักประมาณ 0.5–1 กิโลกรัม จากสถานีวิจัยและพัฒนาอาชีพแก่เกษตรกร ตำบลเพนียด อำเภอกอสุโขทัย จังหวัดลพบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินแบบเป็นกริด (เก็บที่จุดตัด 10 เมตร x 10 เมตร) วิเคราะห์หาชนิดของดิน ร่วมกับความสามารถขึ้นชลประทาน (Field capacity, FC) จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent wilting point, PWP) และปริมาณความชื้นในดินที่มีอยู่ (Available moisture content, AMC) ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) มีค่าความสามารถขึ้นชลประทานและจุดเหี่ยวเฉาถาวรเท่ากับ 16.54 และ 5.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยปริมาณความชื้นในดินที่มีอยู่เท่ากับ 10.67 เปอร์เซ็นต์ จากนั้น เตรียมตัวอย่างดินลงในถังซีเมนต์ทรงจตุรัส ก้นปิดทึบที่มีความกว้างด้านละ 35 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร เพื่อจำกัดระดับความลึกของดินและป้องกันการซึมน้ำ

นำเมล็ดข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 แช่น้ำเป็นเวลา 1 วัน และบ่มอีก 1 วัน จนสังเกตเห็นรากงอก จากนั้น นำเมล็ดข้าวปลูกลงกระถางปูนซีเมนต์ด้วยระยะปลูกระหว่างต้น เท่ากับ 20 x 20 เซนติเมตร โดยทำการทดลองภายในโรงเรือนปลูกพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

การวางแผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ 6 x 2 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in completely randomized design) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย 1) ความถี่การให้น้ำ (Watering frequency, W) ที่แตกต่างกัน 6 ระดับ คือ การให้น้ำทุก 2 5 10 15 20 และ 25 วัน 2) ความลึก

การเตรียมดิน (Soil depth, D) 2 ระดับ คือ 25 และ 40 เซนติเมตร ที่ใช้ไถผาน 7 และ 3 ตามลำดับ และ 3) ความลึกการหยอดเมล็ด (Seed depth, S) 3 ระดับ คือ 0 (หว่านเมล็ด) 2.5 และ 5 เซนติเมตร

ควบคุมการให้น้ำเพื่อจำลองสภาวะแห้งแล้งของข้าวจากระดับความชื้นชลประทานกับความชื้นของแต่ละระดับความถี่การให้น้ำของทรีตเมนต์

(Table 1) โดยเลือกทรีตเมนต์ที่ 1 ที่กำหนดความถี่การให้น้ำทุก 2 วัน ความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร (ใช้ผานไถ 7) และความลึกการหยอดเมล็ด 0 เซนติเมตร (หว่านเมล็ด) เป็นชุดควบคุม เนื่องจากมีความใกล้เคียงกับรูปแบบการปลูกพืชจริงของเกษตรกรที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว 85 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Experimental layout

| Treatment | Watering frequency (day) | Soil depth (cm) | Seed depth (cm) | Treatment | Watering frequency (day) | Soil depth (cm) | Seed depth (cm) |
|-------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| 1 (W1D1S1) | 2 | 25 | 0.0 | 19 (W4D1S1) | 15 | 25 | 0.0 |
| 2 (W1D1S2) | 2 | 25 | 2.5 | 20 (W4D1S2) | 15 | 25 | 2.5 |
| 3 (W1D1S3) | 2 | 25 | 5.0 | 21 (W4D1S3) | 15 | 25 | 5.0 |
| 4 (W1D2S1) | 2 | 40 | 0.0 | 22 (W4D2S1) | 15 | 40 | 0.0 |
| 5 (W1D2S2) | 2 | 40 | 2.5 | 23 (W4D2S2) | 15 | 40 | 2.5 |
| 6 (W1D2S3) | 2 | 40 | 5.0 | 24 (W4D2S3) | 15 | 40 | 5.0 |
| 7 (W2D1S1) | 5 | 25 | 0.0 | 25 (W5D1S1) | 20 | 25 | 0.0 |
| 8 (W2D1S2) | 5 | 25 | 2.5 | 26 (W5D1S2) | 20 | 25 | 2.5 |
| 9 (W2D1S3) | 5 | 25 | 5.0 | 27 (W5D1S3) | 20 | 25 | 5.0 |
| 10 (W2D2S1) | 5 | 40 | 0.0 | 28 (W5D2S1) | 20 | 40 | 0.0 |
| 11 (W2D2S2) | 5 | 40 | 2.5 | 29 (W5D2S2) | 20 | 40 | 2.5 |
| 12 (W2D2S3) | 5 | 40 | 5.0 | 30 (W5D2S3) | 20 | 40 | 5.0 |
| 13 (W3D1S1) | 10 | 25 | 0.0 | 31 (W6D1S1) | 25 | 25 | 0.0 |
| 14 (W3D1S2) | 10 | 25 | 2.5 | 32 (W6D1S2) | 25 | 25 | 2.5 |
| 15 (W3D1S3) | 10 | 25 | 5.0 | 33 (W6D1S3) | 25 | 25 | 5.0 |
| 16 (W3D2S1) | 10 | 40 | 0.0 | 34 (W6D2S1) | 25 | 40 | 0.0 |
| 17 (W3D2S2) | 10 | 40 | 2.5 | 35 (W6D2S2) | 25 | 40 | 2.5 |
| 18 (W3D2S3) | 10 | 40 | 5.0 | 36 (W6D2S3) | 25 | 40 | 5.0 |

การศึกษาปริมาณการใช้น้ำ

ศึกษาปัจจัยร่วมระหว่างความถี่การให้น้ำ ความลึกการเตรียมดิน และความลึกการหยอดเมล็ดที่ส่งผลต่อการทนแล้งของข้าว โดยให้น้ำสูงสุดที่ระดับความชื้นชลประทาน เมื่อเริ่มต้นทุกระดับความถี่ของการให้น้ำที่แตกต่างกัน และใช้เครื่องมือวัดความชื้นในดิน (Soil moisture sensor) ทุก 2 วัน โดยวัดความชื้นในดินทั้งก่อนและหลังการให้น้ำทุกครั้ง บันทึกปริมาณน้ำที่เติมในแต่ละครั้ง โดยวัดในช่วงเวลาเดียวกันทุกวัน คำนวณปริมาณน้ำที่หายไปตามวิธีของ Royal Irrigation Department (2011) จากนั้น เติมน้ำให้ถึงระดับความชื้นชลประทานตามรอบความถี่การให้น้ำ โดยคำนวณปริมาณน้ำที่ให้แก่พืช ดังสมการที่ (1)

$$d = \frac{Pw \times D}{100} \text{ ----- (1)}$$

เมื่อ d คือ ปริมาณน้ำที่ให้แก่พืช (มิลลิเมตร) Pw คือ ผลต่างของความชื้นที่ลดลงจากความชื้นชลประทาน (เปอร์เซ็นต์) และ D คือ ความลึกของดินในเขตราก (มิลลิเมตร)

วิธีการปฏิบัติแลพืชระหว่างการศึกษาวิจัย

ให้ปุ๋ยแก่พืชทดลอง 2 ครั้ง ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ด้วยวิธีการละลายน้ำและนำมารดลงกระถางในช่วงเวลาการให้น้ำของทรีตเมนต์นั้น ๆ โดยให้ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ในช่วงการเจริญเติบโต 30 วัน และให้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในช่วงการเจริญเติบโต 60 วัน กำจัดแมลงศัตรูพืชโดยใช้สารกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ คาร์โบซัลเฟน และไพโรนิลด้วยวิธีการผสมน้ำตามอัตราที่กำหนดและฉีดพ่น

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว

บันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 1) การแตกกอ โดยนับจำนวนต้นต่อกอ 2) จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง

3) น้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง 4) น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด เมื่อข้าวอายุ 120 วัน 5) ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest index) ตามวิธีการของ Donald and Hamblin (1976) ที่ระบุว่า ดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นอัตราส่วนระหว่างผลผลิตและมวลชีวภาพ ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดผลผลิต (Yield) โดยคำนวณตามสมการที่ (2) 6) น้ำหนักฟางแห้ง เมื่อข้าวอายุ 120 วัน 7) เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อเมล็ดลีบต่อรวง โดยคำนวณจากจำนวนเมล็ดดีและจำนวนเมล็ดลีบ 8) น้ำหนักรากแห้ง เมื่อข้าวอายุ 60 วัน 9) ปริมาณน้ำที่ใช้ในแต่ละทรีตเมนต์ และ 10) ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชด้านผลผลิต (Water use efficiency, WUE) โดยนำผลผลิตเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้ตามวิธีของ Sun *et al.* (2011) ดังสมการที่ (3)

$$\text{Harvest index} = \frac{\text{Yield}}{\text{Dry weight}} \text{ ----- (2)}$$

เมื่อ Yield คือ น้ำหนักเมล็ด (กรัม) และ Dry weight คือ น้ำหนักแห้งรวมของเมล็ดและฟางข้าว (กรัม)

$$\text{WUE} = \frac{\text{Grain yield}}{\text{Water use}} \text{ ----- (3)}$$

เมื่อ WUE คือ ประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิต (กรัมต่อมิลลิเมตร) Grain yield คือ ผลผลิต (กรัม) และ Water use คือ ปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดู (มิลลิเมตร)

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ระบบช่วยการตัดสินใจ

การประยุกต์วิธีการตัดสินใจแบบ decision matrix เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพร้อมตรวจสอบความแตกต่าง โดยใช้ DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แล้ว สร้างตาราง decision matrix โดยกำหนดให้ชุด

ควบคุมมีคะแนนเท่ากับ 0 โดยทริตเมนต์ที่มีค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับและน้อยกว่าชุดควบคุมในทางสถิติมีคะแนนเท่ากับ +1 และ -1 ตามลำดับ ส่วนทริตเมนต์ที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุมมีคะแนนเท่ากับ 0 จากนั้น รวมคะแนนทุกพารามิเตอร์เพื่อเลือกทริตเมนต์ที่มีคะแนนสูงสุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตทางลำต้น

จำนวนต้นตอก

ข้าวที่เจริญเติบโตในปัจจัยความถี่การให้น้ำ ความถี่การเตรียมดิน และความถี่การหยอดเมล็ดที่แตกต่างกัน ให้จำนวนต้นตอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 2) ข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 15 20 และ 25 วัน (ทริตเมนต์ที่ 19–36) ให้จำนวนต้นตอกลดลง เนื่องจากข้าวได้รับน้ำน้อยลง ทำให้แรงต่งเซลล์ลดลง ส่งผลต่อการขยายตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ เมื่อข้าวขาดน้ำจะมีการตอบสนอง เช่น เกิดการม้วนใบ และอัตราการขยายตัวของใบลดลง ทำให้ต้นข้าวและการแตกกอลดน้อยลง (Slatyer, 1967; Hsiao *et al.*, 1984) ส่วนในข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 2 5 และ 10 วัน (ทริตเมนต์ที่ 1–18) ไม่พบอาการข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างของความถี่การให้น้ำส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยจำนวนวันของความถี่การให้น้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของข้าวลดลง การทดลองที่ได้รับความถี่การให้น้ำทุก 2 วัน (ทริตเมนต์ที่ 16) มีจำนวนต้นตอกสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับทดลองที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 5 10 15 20 และ 25 วัน (ทริตเมนต์ที่ 13–36) เมื่อพิจารณาความถี่การให้น้ำร่วมกับความถี่การเตรียมดินไม่ส่งผลให้จำนวนต้นตอกแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความถี่การเตรียมดิน 40 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 10–12 16–18 และ 22–24) มีค่าจำนวนต้นตอกสูงกว่าการใช้ความถี่การเตรียมดิน 25 เซนติเมตร ภายใต้ความถี่การให้น้ำ 5 10 และ 15 วัน แต่ที่ความถี่

การให้น้ำ 20–25 วัน ไม่มีความต่างกันทางสถิติ จากผลกระทบการปลูกพืชในความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น บริเวณใต้ดินมีความชื้นที่สูงกว่า ทำให้มีน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพียงพอต่อการเจริญเติบโต (Stucky, 1976) และความถี่การหยอดเมล็ดไม่ส่งผลต่อจำนวนต้นตอก ($P > 0.05$) ส่วนข้าวที่มีจำนวนต้นตอกต่ำที่สุด (ไม่มีการแตกกอ) ได้แก่ ทริตเมนต์ที่ 31 คือ ข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำทุก 25 วัน ความถี่ในการเตรียมดินและความถี่การหยอดเมล็ดที่ระดับ 25 และ 0 เซนติเมตร ตามลำดับ

จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง

ข้าวที่เจริญเติบโตในปัจจัยที่แตกต่างกันให้จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงใน Table 2 และ Figure 1 ข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 2 วัน (ทริตเมนต์ที่ 1–6) ให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงที่สุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 5 10 และ 15 วัน ส่วนข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 20 และ 25 วัน นั้น มีการเจริญเติบโตทางลำต้น แต่ลำต้นแคระแกรน ใบลีบ ไม่มีการแตกกอ การสร้างรวง และไม่ให้ผลผลิต เมื่อพิจารณาระดับความถี่การหยอดเมล็ดที่ต่างกัน พบว่า จำนวนเมล็ดดีต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในระดับความถี่การให้น้ำที่เพิ่มขึ้น (ความถี่การให้น้ำที่ 5 10 และ 15 วัน) การทดลองที่ได้รับระดับความถี่การหยอดเมล็ดที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงขึ้น เห็นได้จากระดับความถี่การให้น้ำ 5 และ 15 วัน ความถี่การเตรียมดิน 25 และ 40 เซนติเมตร ความถี่การหยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 8 11 20 และ 23) และที่ความถี่การให้น้ำ 10 วัน ความถี่การหยอดเมล็ด 5 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงกว่าความถี่การหยอดเมล็ด 0 เซนติเมตร (หว่านเมล็ด) อาจเป็นเพราะในดินมีความชื้นสูง การหยอดเมล็ดที่ลึกขึ้นทำให้พืชเข้าใกล้น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช (Stucky, 1976)

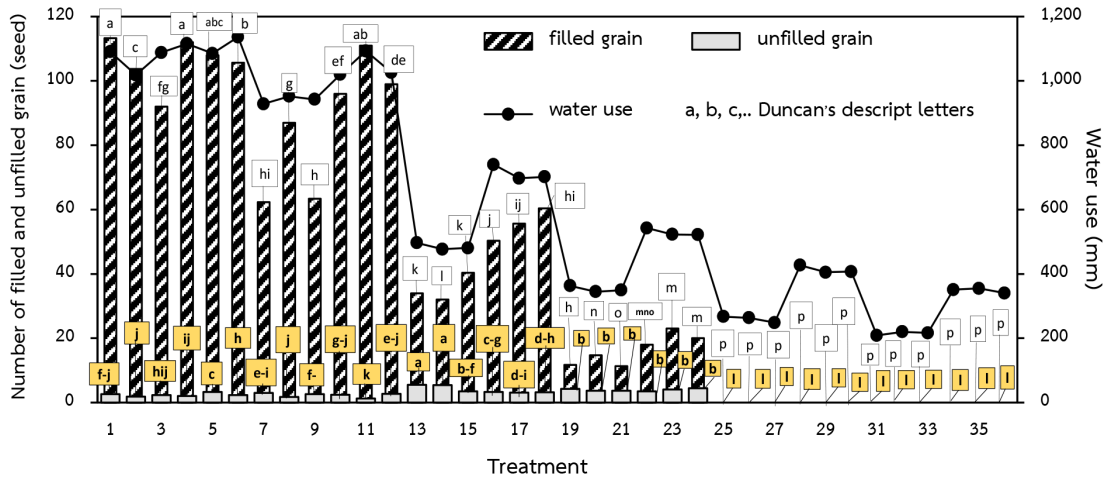


Figure 1 The number of filled and unfilled grain of Pathumthani 1 rice variety grown under various conditions

เมื่อพิจารณาจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง พบว่าข้าวที่เจริญเติบโตในปัจจัยความถี่การให้น้ำที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนเมล็ดลีบต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ทริตเมนต์ที่ได้รับความถี่การให้น้ำที่ 2 และ 5 วัน ให้จำนวนเมล็ดลีบต่อรวงต่ำกว่าทริตเมนต์ที่ได้รับความถี่การให้น้ำที่เพิ่มขึ้น (ความถี่การให้น้ำที่ 10 และ 15 วัน) ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Liu *et al.* (2006) ที่รายงานว่า ผลของความแห้งแล้งจะมีผลกระทบรุนแรง โดยนอกจากการขาดน้ำจะส่งผลให้เกิดการสร้างรวงที่ลดลงแล้ว ยังทำให้อัตรากการเกิดเมล็ดลีบสูงขึ้น ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาร่วมกับความถี่การเตรียมดินที่แตกต่างกัน พบว่าจำนวนเมล็ดลีบต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยทริตเมนต์ที่ใช้ความถี่การเตรียมดิน 40 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 10–11 16–18 และ

22–24) ให้จำนวนเมล็ดลีบต่อรวงต่ำกว่าทริตเมนต์ที่ใช้ความถี่การเตรียมดิน 25 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 7–9 13–15 และ 19–21) ส่วนทริตเมนต์ที่ได้รับระดับความถี่การหยุดเมล็ดที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้จำนวนเมล็ดลีบลดลง อาจเป็นเพราะการหยุดเมล็ดที่ถี่ขึ้นส่งเสริมการตั้งตัวของต้นกล้า เนื่องจากเมล็ดอยู่ใกล้ความชื้นที่อยู่ด้านล่างมากขึ้น (Mahdi *et al.*, 1998; Schillinger *et al.*, 1998) โดยที่ความถี่การให้น้ำ 5 วัน ความถี่การหยุดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 8 และ 11) ให้จำนวนเมล็ดลีบต่ำที่สุด ที่ความถี่การเตรียมดิน 25 และ 40 เซนติเมตร และที่ความถี่การให้น้ำ 10 และ 15 วัน ความถี่การหยุดเมล็ดที่เพิ่มขึ้น (ความถี่การหยุดเมล็ด 2.5 และ 5.0 เซนติเมตร) มีจำนวนเมล็ดลีบต่ำกว่าที่ความถี่การหยุดเมล็ด 0 เซนติเมตร (หว่านเมล็ด)

Table 2 Growth, yield components, and yield of Pathumthani 1 rice variety grown under various condition

| Treatment | Number of tiller | Number of filled grain | Number of unfilled grain | Yield per pot (g) | Yield gap ^{1/} (%) | 100 Grain weight (g) |
|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 (W1D1S1) | 7.33 ± 0.33 ^a | 113.33 ± 7.26 ^a | 25.77 ± 1.66 ^{fj} | 9.42 ± 0.19 ^{ab} | 0 | 2.26 ± 0.12 ^{cd} |
| 2 (W1D1S2) | 5.00 ± 0.58 ^{b-e} | 103.67 ± 2.03 ^{cd} | 18.33 ± 3.37 ^j | 9.13 ± 0.19 ^b | -3 | 2.22 ± 0.05 ^{cd} |
| 3 (W1D1S3) | 5.67 ± 0.67 ^{a-d} | 92.00 ± 1.53 ^{fg} | 23.67 ± 3.23 ^{hij} | 9.32 ± 0.19 ^{ab} | -1 | 2.35 ± 0.31 ^{bc} |
| 4 (W1D2S1) | 6.00 ± 1.00 ^{abc} | 112.00 ± 3.51 ^{ab} | 20.33 ± 4.25 ^{ijk} | 9.22 ± 0.17 ^{ab} | -2 | 2.24 ± 0.10 ^{cd} |
| 5 (W1D2S2) | 4.33 ± 0.33 ^{c-f} | 108.00 ± 3.51 ^{abc} | 33.00 ± 2.57 ^{c-h} | 9.40 ± 0.33 ^{ab} | 0 | 2.53 ± 0.13 ^{ab} |
| 6 (W1D2S3) | 6.67 ± 0.88 ^{ab} | 105.67 ± 4.67 ^{bcd} | 23.00 ± 2.98 ^{hij} | 9.78 ± 0.49 ^a | 4 | 2.66 ± 0.11 ^a |
| 7 (W2D1S1) | 4.00 ± 0.58 ^{d-g} | 62.33 ± 1.20 ^{hi} | 29.67 ± 3.84 ^{e-i} | 5.32 ± 0.16 ^f | -43 | 1.79 ± 0.03 ^g |
| 8 (W2D1S2) | 4.33 ± 0.67 ^{c-f} | 87.00 ± 4.04 ^g | 17.33 ± 1.90 ^{jk} | 6.12 ± 0.12 ^e | -35 | 1.85 ± 0.10 ^{fg} |
| 9 (W2D1S3) | 5.00 ± 1.15 ^{b-e} | 63.33 ± 0.88 ^h | 26.00 ± 4.87 ^{fj} | 6.84 ± 0.36 ^d | -27 | 1.93 ± 0.03 ^{efg} |
| 10 (W2D2S1) | 4.33 ± 0.33 ^{c-f} | 96.00 ± 2.08 ^{ef} | 24.00 ± 5.24 ^{sj} | 8.29 ± 0.35 ^c | -12 | 2.03 ± 0.05 ^{def} |
| 11 (W2D2S2) | 4.67 ± 0.67 ^{c-f} | 111.00 ± 3.21 ^{ab} | 12.33 ± 0.72 ^k | 8.92 ± 0.05 ^b | -5 | 2.17 ± 0.10 ^{cde} |
| 12 (W2D2S3) | 6.67 ± 0.88 ^{ab} | 99.00 ± 2.65 ^{de} | 27.33 ± 2.97 ^{e-j} | 8.85 ± 0.14 ^b | -6 | 2.07 ± 0.08 ^{def} |
| 13 (W3D1S1) | 4.67 ± 0.33 ^{c-f} | 34.00 ± 1.53 ^{kl} | 55.00 ± 1.06 ^a | 1.33 ± 0.04 ^{ij} | -86 | 0.52 ± 0.02 ^{jk} |
| 14 (W3D1S2) | 3.67 ± 0.33 ^{e-h} | 32.00 ± 1.53 ^l | 54.33 ± 1.66 ^a | 1.27 ± 0.16 ^{ijk} | -87 | 0.47 ± 0.05 ^{jkl} |
| 15 (W3D1S3) | 4.00 ± 0.58 ^{d-g} | 40.33 ± 2.96 ^k | 35.33 ± 4.15 ^{b-f} | 1.84 ± 0.04 ⁱ | -80 | 0.67 ± 0.04 ^j |
| 16 (W3D2S1) | 5.33 ± 0.88 ^{b-e} | 50.33 ± 2.60 ^j | 33.00 ± 4.09 ^{c-h} | 3.42 ± 0.70 ^h | -64 | 1.01 ± 0.05 ⁱ |
| 17 (W3D2S2) | 5.33 ± 0.33 ^{b-e} | 55.67 ± 2.33 ^{ij} | 30.67 ± 1.26 ^{d-i} | 4.13 ± 0.12 ^g | -56 | 1.36 ± 0.23 ^h |
| 18 (W3D2S3) | 5.00 ± 0.00 ^{b-e} | 60.33 ± 2.60 ^{hi} | 32.00 ± 1.79 ^{d-h} | 4.10 ± 0.16 ^g | -56 | 1.16 ± 0.07 ^{hi} |
| 19 (W4D1S1) | 2.33 ± 0.33 ^{s-j} | 11.67 ± 0.88 ^o | 43.00 ± 1.94 ^{bc} | 0.23 ± 0.04 ^{mn} | -98 | 0.23 ± 0.04 ^{lm} |
| 20 (W4D1S2) | 3.00 ± 0.00 ^{fi} | 14.67 ± 0.88 ^{no} | 37.00 ± 3.11 ^{b-e} | 0.39 ± 0.04 ^{lmn} | -96 | 0.22 ± 0.02 ^{lm} |
| 21 (W4D1S3) | 4.33 ± 0.33 ^{c-f} | 11.33 ± 1.33 ^o | 37.00 ± 1.78 ^{b-e} | 0.67 ± 0.06 ^{klm} | -93 | 0.32 ± 0.02 ^{kl} |
| 22 (W4D2S1) | 4.33 ± 0.33 ^{c-f} | 18.00 ± 2.08 ^{mno} | 34.67 ± 4.62 ^{b-g} | 0.99 ± 0.04 ^{jkl} | -90 | 0.40 ± 0.03 ^{kl} |
| 23 (W4D2S2) | 3.67 ± 0.67 ^{e-h} | 23.00 ± 1.53 ^m | 40.67 ± 1.54 ^{bcd} | 0.82 ± 0.11 ^{j-m} | -91 | 0.40 ± 0.01 ^{kl} |
| 24 (W4D2S3) | 4.33 ± 0.67 ^{c-f} | 20.00 ± 0.58 ^{mn} | 45.00 ± 1.99 ^b | 1.04 ± 0.03 ^{jk} | -89 | 0.43 ± 0.01 ^{jkl} |
| 25 (W5D1S1) | 1.33 ± 0.33 ^{ij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 26 (W5D1S2) | 2.00 ± 0.00 ^{hij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 27 (W5D1S3) | 1.67 ± 0.33 ^{ij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 28 (W5D2S1) | 1.67 ± 0.33 ^{ij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 29 (W5D2S2) | 2.00 ± 0.58 ^{hij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 30 (W5D2S3) | 1.67 ± 0.33 ^{ij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 31 (W6D1S1) | 1.00 ± 0.00 ^j | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 32 (W6D1S2) | 1.33 ± 0.33 ^{ij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 33 (W6D1S3) | 1.33 ± 0.33 ^{ij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 34 (W6D2S1) | 2.00 ± 0.00 ^{hij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 35 (W6D2S2) | 2.00 ± 0.58 ^{hij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| 36 (W6D2S3) | 2.00 ± 0.00 ^{hij} | 0 ^p | 0 ^t | 0 ⁿ | -100 | 0 ^m |
| F-test | * | ** | * | ** | | ** |
| CV (%) | 20.71 | 6.52 | 19.19 | 7.66 | | 9.32 |

^{a,b,c,...} Means with different descript letters in the same column are significantly different.
 * Significantly different at P < 0.05, ** significantly different at P < 0.01. CV = coefficient of variation. ^{1/}Yield gap (%) = [(yt_i - yt₁)/yt₁] × 100 where yt₁ is yield of treatment 1 (Control) and yt_i is yield of treatments 2–36

น้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง

ความถี่การให้น้ำที่แตกต่างกันส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; Table 2) ที่ระดับความถี่การให้น้ำ 5 10 และ 15 วัน น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดย Na Nagara (1983) รายงานว่า เมื่อต้นข้าวอยู่ในสภาวะการขาดน้ำในระยะที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจะทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อต้นข้าวได้รับสภาวะการขาดน้ำที่ระยะการสร้างรวงอ่อนจนถึงรวงแก่จะส่งผลให้ผลผลิตลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขึ้นของระดับความลึกการเตรียมดิน ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ความลึกการเตรียมดินที่ 25 เซนติเมตร ให้น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางต่ำกว่าที่ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Banpajan (2001) ที่รายงานไว้ว่า อิทธิพลของการไถพรวนและการใส่อินทรีย์วัตถุมีผลต่อการลดความเค็มและเพิ่มผลผลิตของหญ้าดิกซี ทริตเมนต์ที่มีระดับความลึกการหยอดเมล็ดเพิ่มขึ้น (ความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 และ 5.0 เซนติเมตร) ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีแนวโน้มให้น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางสูงขึ้น อาจเป็นเพราะการหยอดเมล็ดลึกลงไปดินทำให้รากพืชเข้าใกล้ความชื้นในดินที่อยู่ด้านล่าง นอกจากนี้ การปลูกพืชโดยการหยอดเมล็ดที่ลึกขึ้นทำให้พืชได้รับประโยชน์จากความชื้นในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง ความชื้นจะถูกเก็บในชั้นดินลึกต่ำกว่า 5 เซนติเมตร และยังช่วยส่งเสริมการอยู่รอดของไรโซเบียมในเมล็ด (Siddique and Loss, 1999)

น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด

เมื่อเกิดสภาวะแล้ง (รอบความถี่การให้น้ำยาวนานขึ้น) ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตลดลง ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; Table 2) ที่รอบความถี่การให้น้ำ

20 และ 25 วัน (ทริตเมนต์ที่ 25-36) มีการเจริญเติบโตทางลำต้นแต่ไม่ให้เกิดผลผลิต ส่วนทริตเมนต์ที่มีความถี่การให้น้ำ 5 10 และ 15 วัน (ทริตเมนต์ที่ 7-24) ให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ลดลง (น้ำหนักอยู่ในช่วง 0.22-2.17 กรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับความถี่การให้น้ำทุก 2 วัน (ทริตเมนต์ที่ 1-6) ที่ให้น้ำหนักอยู่ในช่วง 2.22-2.66 กรัม เมื่อพิจารณาทริตเมนต์ที่มีความถี่การให้น้ำ 5 10 และ 15 วัน (ทริตเมนต์ที่ 7-24) ระดับความลึกการเตรียมดินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ให้ค่าน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าที่ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ที่ให้น้ำหนักอยู่ในช่วง 0.43-2.17 กรัม สูงกว่าทริตเมนต์ที่ใช้ความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร ที่น้ำหนักอยู่ในช่วง 0.32-1.93 กรัม และพบว่าทริตเมนต์ที่ 11 ที่มีความถี่การให้น้ำ 5 วัน ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร และความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร ให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (ทริตเมนต์ที่ 1) รวมถึงเมื่อใช้ความลึกการหยอดเมล็ดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ ในแต่ละระดับความถี่การให้น้ำที่ยาวนานขึ้น (ความถี่การให้น้ำ 5 10 และ 15 วัน) ที่ระดับความลึกการเตรียมดินทั้ง 2 ระดับ (ความลึกการเตรียมดิน 25 และ 40 เซนติเมตร) ทริตเมนต์ที่มีความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 และ 5.0 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 8 11 15 17 21 และ 24) ให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด สูงกว่าทริตเมนต์ที่มีความลึกการหยอดเมล็ด 0 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 7 10 13 16 19 และ 22) ซึ่งสอดคล้องกับ Polthanee (1991) ที่รายงานไว้ว่า การปลูกถั่วลิสงที่ความลึกการหยอดเมล็ด 15 เซนติเมตร ทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด และให้ผลผลิตสูงสุด โดยเป็นผลมาจากการหยอดเมล็ดที่ความลึกมากขึ้น ช่วยทำให้รากถั่วขนไชลงไปในดินเพื่อหาน้ำสำหรับการเจริญเติบโต

ดัชนีการเก็บเกี่ยว

เมื่อข้าวอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ส่งผลให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวลดลง และมีผลต่อดัชนีการเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; Figure 2 และ Table 3) ข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 2 และ 5 วัน (ทริตเมนต์ที่ 1–12) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.053–0.063 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 10 และ 15 วัน (ทริตเมนต์ที่ 13–24) ที่มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.010–0.047 และพบว่าความแตกต่างของปัจจัยทางเขตกรรมส่งผลให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยที่ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ให้ดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.013–0.047 ที่มีค่าสูงกว่าทริตเมนต์ที่มีความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร (ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.010–0.027) และเมื่อพิจารณาทริตเมนต์ที่ 17 คือ ข้าวที่ปลูกที่ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ความลึกการ

หยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุด ภายใต้ความถี่ของการให้น้ำ 10 วัน โดยมีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.047 ความลึกการเตรียมดินที่ลึกกว่าให้แนวโน้มทางด้านผลผลิตที่สูงกว่าการปลูกในดินตื้น ซึ่ง Kong-in (2002) รายงานว่า ระดับความลึกการไถพรวนและการใส่อินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อจำนวนไนโตรเจนในดินและผลผลิตแห้งในดินและผลผลิตหญ้าดิกซี่ โดยการไถพรวนที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ผลผลิตของหญ้าสูงกว่าในดินที่ไถพรวนระดับความลึก 15 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่ความลึกการหยอดเมล็ดที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อดัชนีการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เมื่อสังเกตข้าวที่ได้รับ ความถี่การให้น้ำที่ 2.5 และ 10 วัน พบว่า การทดลองที่ความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร ที่ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 5 11 และ 17) ให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุด มีค่า 0.060 0.070 และ 0.047 ตามลำดับ

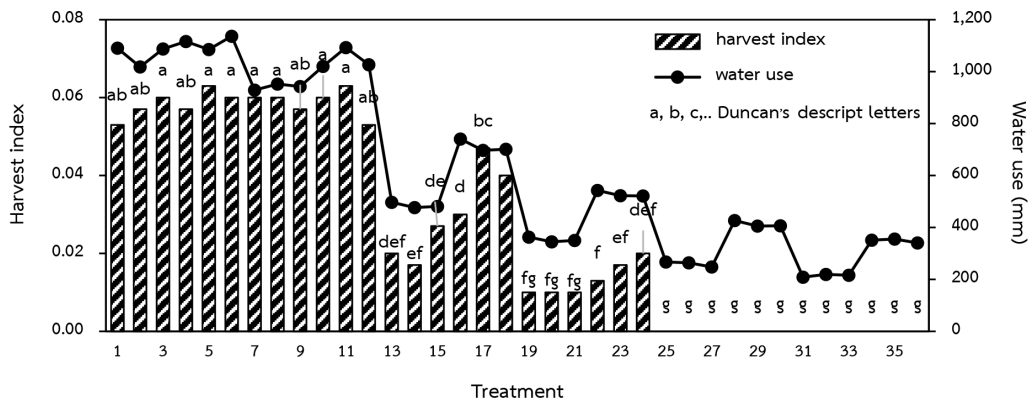


Figure 2 Harvest index of Pathumthani 1 rice variety grown under various conditions

เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง

เมื่อความถี่การให้น้ำยาวนานขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 3) ในทริตเมนต์ที่ 1–12 (ความถี่การให้น้ำ 2 และ 5 วัน) ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง 68.26–90.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากทริตเมนต์ที่ 13–24 (ความถี่การให้น้ำ 10 และ 15 วัน) ที่

ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง 21.40–55.00 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมื่อข้าวได้รับน้ำน้อยลงในช่วงต้นฤดูปลูก ทำให้ข้าวเกิดความเครียดเนื่องจากอาการขาดน้ำ (Meenok, 2001) ปัจจัยความลึกการเตรียมดินมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง จากผลการทดลองพบว่าส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความลึกการเตรียม

ดิน 40 เซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง 30.91–65.29 เปอร์เซ็นต์ (ทริตเมนต์ที่ 16–18 และ 22–24) ซึ่งมีความสูงกว่าทริตเมนต์ที่มีความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง 21.40–53.34 เปอร์เซ็นต์ (ทริตเมนต์ที่ 13–15 และ 19–21) เนื่องจากการเตรียมดินในระดับที่ลึกขึ้นจะช่วยเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ในดิน และช่วยให้โครงสร้างทางกายภาพของดินดีขึ้น (Schillinger *et al.*, 1998) ในส่วนของความลึกการหยอดเมล็ดที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง ที่ระดับความถี่การให้น้ำที่ 5 และ 15 วัน ความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร และที่ระดับความถี่การให้น้ำที่ 10 วัน ความลึกการหยอดเมล็ด 5.0 เซนติเมตร (ทริตเมนต์ที่ 15 และ 18) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงสูงกว่าแต่ไม่แตกต่างกับการทดลองที่มีความลึกการหยอดเมล็ด 0 เซนติเมตร (หว่านเมล็ด) ที่ระดับความถี่การให้น้ำเดียวกัน

ปริมาณการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำต่อฤดูปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 3) และเมื่อความลึกการเตรียมดินที่แตกต่างกันในระดับความถี่การให้น้ำที่ยาวนานขึ้นส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร มีค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าทริตเมนต์ที่ใช้ความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร ทั้งนี้ ที่ความลึกการเตรียมดิน 25 และ 40 เซนติเมตร ของความถี่การให้น้ำทุก 2 วัน มีปริมาณการใช้น้ำใกล้เคียงกันเนื่องจากมีน้ำฝนรั่วจากหลังคาโรงเรือนที่เกิดความเสียหายจากพายุ (เฉพาะทริตเมนต์ที่ 1–3) เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Banpajan (2001) ที่รายงานว่า ระดับการไถพรวนความลึก 30 เซนติเมตร ให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำในดิน เปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าการนำกระแสไฟฟ้า ตลอดจนผลผลิตที่ดีกว่าระดับการไถพรวนความลึก 15 เซนติเมตร ทั้งนี้ ความลึกการ

หยอดเมล็ดไม่ส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชตลอดฤดูปลูก ($P > 0.05$)

น้ำหนักรากแห้ง

เมื่อข้าวได้รับความถี่การให้น้ำยาวนานขึ้นพบว่า ความลึกการหยอดเมล็ดและระดับความลึกการเตรียมดินที่แตกต่างกันมีผลให้น้ำหนักรากแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 3) เมื่อพิจารณาน้ำหนักรากแห้งในการปลูกข้าวในสภาวะแล้งที่แตกต่างกัน ความลึกการเตรียมดินที่แตกต่างกันส่งผลให้น้ำหนักรากแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่ง Buakum (2011) รายงานว่า การปลูกลึกช่วยทำให้รากแก้วขนลงไปในดินที่ลึกลงไปเพื่อหาน้ำสำหรับการเจริญเติบโต และพบว่าระดับความลึกในการปลูกสามารถเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของความยาวราก (Root length density) ของรากแก้วตามระดับความลึกของดินทั้งในแปลงทดลองและในกระถางเป็นอย่างมาก โดยรากแก้วในแปลงทดลองหลังจากปลูกลึกมีการกระจายตัวค่อนข้างมากในดินชั้นล่าง (มากกว่า 15 เซนติเมตร จากผิวดิน) ขณะที่ รากของแก้วหลังจากปลูกดินตื้นส่วนมากกระจายตัวในชั้นดินบนที่ 0–15 เซนติเมตร

น้ำหนัฟางแห้ง

เมื่อนำฟางแห้งไปชั่งน้ำหนัก พบว่า ข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำที่แตกต่างกันส่งผลให้น้ำหนักฟางแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 3) การทดลองที่มีความถี่การให้น้ำ 2 วัน (ทริตเมนต์ที่ 1–6) ให้น้ำหนักฟางแห้ง 28.54–33.89 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับข้าวที่มีความถี่การให้น้ำ 5 10 15 20 และ 25 วัน (ทริตเมนต์ที่ 7–36) ที่ให้น้ำหนักฟางแห้งระหว่าง 19.05–29.96 กรัม และพบว่าน้ำหนักฟางแห้งมีแนวโน้มลดลงเมื่อได้รับการให้น้ำที่มีความถี่การให้น้ำตั้งแต่ 20 วัน ขึ้นไป (ทริตเมนต์ที่ 25–36)

Table 3 Growth, harvest index, and water use of Pathumthani 1 rice variety grown under various conditions

| Treatment | Filled grain (%) | Harvest index | Water use (mm) | Root dry weight (g) | Plant dry weight (g) | WUE (g/mm) |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1 (W1D1S1) | 81.39 ± 1.45 ^{bc} | 0.053 ± 0.003 ^{ab} | 1,090.76 ± 16.10 ^b | 3.85 ± 0.36 ^{fi} | 33.89 ± 0.39 ^a | 0.00863 ± 0.00009 ^a |
| 2 (W1D1S2) | 85.29 ± 5.84 ^{ab} | 0.057 ± 0.003 ^{ab} | 1,018.30 ± 1.42 ^c | 3.24 ± 0.15 ^{ghi} | 30.22 ± 2.22 ^b | 0.00897 ± 0.00019 ^a |
| 3 (W1D1S3) | 79.88 ± 6.89 ^{bc} | 0.060 ± 0.010 ^a | 1,087.93 ± 1.53 ^b | 3.36 ± 0.33 ^{ghi} | 29.77 ± 0.91 ^{bcd} | 0.00857 ± 0.00019 ^a |
| 4 (W1D2S1) | 84.72 ± 6.08 ^{ab} | 0.057 ± 0.003 ^{ab} | 1,115.83 ± 14.80 ^{ab} | 3.80 ± 0.25 ^{ghi} | 27.97 ± 0.30 ^{bcd} | 0.00827 ± 0.00023 ^a |
| 5 (W1D2S2) | 76.56 ± 2.98 ^{cd} | 0.063 ± 0.003 ^a | 1,085.13 ± 40.71 ^b | 5.12 ± 0.87 ^{de} | 28.54 ± 0.58 ^{b^e} | 0.00867 ± 0.00015 ^a |
| 6 (W1D2S3) | 82.18 ± 4.89 ^{bc} | 0.060 ± 0.000 ^a | 1,136.63 ± 27.30 ^a | 7.37 ± 0.75 ^{abc} | 33.79 ± 0.98 ^a | 0.00867 ± 0.00065 ^a |
| 7 (W2D1S1) | 68.26 ± 6.65 ^e | 0.060 ± 0.000 ^a | 928.73 ± 29.87 ^d | 3.41 ± 0.33 ^{ghi} | 25.95 ± 0.15 ^{efg} | 0.00573 ± 0.00026 ^c |
| 8 (W2D1S2) | 83.38 ± 3.30 ^{abc} | 0.060 ± 0.006 ^a | 952.33 ± 18.009 ^d | 3.14 ± 0.14 ^{ghi} | 25.64 ± 0.21 ^{efh} | 0.00643 ± 0.00023 ^c |
| 9 (W2D1S3) | 71.68 ± 8.43 ^{de} | 0.057 ± 0.003 ^{ab} | 942.50 ± 8.80 ^d | 3.27 ± 0.20 ^{ghi} | 28.15 ± 1.91 ^{b^f} | 0.00727 ± 0.00035 ^b |
| 10 (W2D2S1) | 80.71 ± 9.75 ^{bc} | 0.060 ± 0.000 ^a | 1,019.93 ± 18.50 ^c | 7.71 ± 0.32 ^{ab} | 25.41 ± 0.60 ^{fgh} | 0.00813 ± 0.00047 ^a |
| 11 (W2D2S2) | 90.04 ± 1.10 ^a | 0.063 ± 0.003 ^a | 1,092.73 ± 8.63 ^b | 8.39 ± 0.43 ^a | 25.35 ± 0.33 ^{fgh} | 0.00813 ± 0.00003 ^a |
| 12 (W2D2S3) | 78.47 ± 5.77 ^{bcd} | 0.053 ± 0.003 ^{ab} | 1,026.26 ± 24.9 ^c | 3.67 ± 0.39 ^{ghi} | 29.96 ± 0.24 ^{bc} | 0.00863 ± 0.00033 ^a |
| 13 (W3D1S1) | 38.18 ± 1.83 ^h | 0.020 ± 0.000 ^{def} | 496.66 ± 2.31 ^{hi} | 6.24 ± 0.31 ^{cd} | 26.58 ± 0.07 ^{efg} | 0.00009 ± 0.00267 ^f |
| 14 (W3D1S2) | 37.11 ± 2.87 ^h | 0.017 ± 0.003 ^{ef} | 476.80 ± 2.12 ⁱ | 4.33 ± 0.20 ^{efg} | 26.21 ± 0.28 ^{efg} | 0.00267 ± 0.00033 ^f |
| 15 (W3D1S3) | 53.34 ± 7.20 ^g | 0.027 ± 0.003 ^{de} | 480.66 ± 4.00 ^{hi} | 4.08 ± 0.14 ^{e^h} | 24.82 ± 0.08 ^{gh} | 0.00383 ± 0.00015 ^e |
| 16 (W3D2S1) | 60.57 ± 7.09 ^f | 0.030 ± 0.000 ^d | 740.10 ± 1.40 ^e | 6.62 ± 0.20 ^{be} | 29.68 ± 1.21 ^{bcd} | 0.00463 ± 0.00092 ^d |
| 17 (W3D2S2) | 64.55 ± 2.19 ^{ef} | 0.047 ± 0.012 ^{bc} | 697.26 ± 1.47 ^f | 5.12 ± 0.43 ^{de} | 27.20 ± 0.20 ^{c^s} | 0.00597 ± 0.00018 ^c |
| 18 (W3D2S3) | 65.29 ± 3.10 ^{ef} | 0.040 ± 0.000 ^c | 701.63 ± 2.02 ^f | 3.86 ± 0.16 ^f | 25.37 ± 0.28 ^{fgh} | 0.00587 ± 0.00022 ^c |
| 19 (W4D1S1) | 21.40 ± 3.35 ^k | 0.010 ± 0.000 ^g | 363.03 ± 2.92 ^k | 2.72 ± 0.29 ^j | 20.86 ± 0.06 ^j | 0.00063 ± 0.00009 ^j |
| 20 (W4D1S2) | 28.70 ± 5.39 ^{ijk} | 0.010 ± 0.000 ^g | 344.86 ± 2.34 ^k | 3.47 ± 0.39 ^{ghi} | 24.65 ± 0.06 ^{gh} | 0.00113 ± 0.00009 ^{hi} |
| 21 (W4D1S3) | 23.55 ± 3.00 ^k | 0.010 ± 0.000 ^g | 349.73 ± 1.79 ^k | 2.77 ± 0.49 ^{hi} | 25.24 ± 0.11 ^{fgh} | 0.00197 ± 0.00019 ^{fs} |
| 22 (W4D2S1) | 34.44 ± 8.00 ^{hi} | 0.013 ± 0.003 ^f | 542.40 ± 2.02 ^g | 3.19 ± 0.23 ^{ghi} | 26.91 ± 0.07 ^{d^s} | 0.00183 ± 0.00009 ^{gh} |
| 23 (W4D2S2) | 36.18 ± 2.66 ^{hi} | 0.017 ± 0.003 ^{ef} | 522.86 ± 1.48 ^{gh} | 3.32 ± 0.58 ^{ghi} | 24.94 ± 0.19 ^{gh} | 0.00157 ± 0.00023 ^{gh} |
| 24 (W4D2S3) | 30.91 ± 3.45 ^{hij} | 0.020 ± 0.000 ^{def} | 521.60 ± 0.49 ^{gh} | 2.56 ± 0.34 ⁱ | 24.68 ± 0.05 ^{gh} | 0.00200 ± 0.00006 ^{fs} |
| 25 (W5D1S1) | 0 ⁱ | 0 ^g | 267.26 ± 2.66 ^l | 3.06 ± 0.09 ^{ghi} | 20.32 ± 1.17 ^j | 0 |

Table 3 Cont.

| Treatment | Filled grain (%) | Harvest index | Water use (mm) | Root dry weight (g) | Plant dry weight (g) | WUE (g/mm) |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| 26 (W5D1S2) | 0 ^l | 0 ^s | 263.63 ± 2.10 ^l | 3.08 ± 0.33 ^{ghi} | 20.42 ± 0.59 ^{ji} | 0 ^l |
| 27 (W5D1S3) | 0 ^l | 0 ^s | 248.30 ± 1.25 ^{lm} | 3.76 ± 0.44 ^{ghi} | 19.77 ± 0.45 ^{ji} | 0 ^l |
| 28 (W5D2S1) | 0 ^l | 0 ^s | 427.00 ± 1.74 ^l | 2.84 ± 0.30 ^{hi} | 19.26 ± 0.58 ^{ji} | 0 ^l |
| 29 (W5D2S2) | 0 ^l | 0 ^s | 405.36 ± 2.61 ^l | 5.07 ± 0.32 ^{ef} | 19.88 ± 0.72 ^{ji} | 0 ^l |
| 30 (W5D2S3) | 0 ^l | 0 ^s | 407.06 ± 1.75 ^l | 4.06 ± 0.77 ^{e-h} | 20.55 ± 0.87 ^{ji} | 0 ^l |
| 31 (W6D1S1) | 0 ^l | 0 ^s | 208.86 ± 1.74 ⁿ | 3.49 ± 0.09 ^{ghi} | 19.61 ± 0.55 ^{ji} | 0 ^l |
| 32 (W6D1S2) | 0 ^l | 0 ^s | 219.70 ± 1.78 ^{mn} | 3.36 ± 0.23 ^{ghi} | 19.05 ± 0.37 ^{ji} | 0 ^l |
| 33 (W6D1S3) | 0 ^l | 0 ^s | 216.33 ± 3.19 ^{mn} | 2.55 ± 0.12 ^l | 19.14 ± 0.29 ^{ji} | 0 ^l |
| 34 (W6D2S1) | 0 ^l | 0 ^s | 351.20 ± 3.59 ^k | 2.63 ± 0.07 ^l | 21.17 ± 0.28 ^{ji} | 0 ^l |
| 35 (W6D2S2) | 0 ^l | 0 ^s | 354.96 ± 2.90 ^k | 2.92 ± 0.08 ^{hi} | 20.64 ± 0.29 ^{ji} | 0 ^l |
| 36 (W6D2S3) | 0 ^l | 0 ^s | 340.56 ± 2.50 ^k | 4.09 ± 0.61 ^{e-h} | 22.72 ± 0.34 ^{hi} | 0 ^l |
| F-test | ** | * | * | * | * | ** |
| CV (%) | 7.78 | 15.18 | 52.01 | 39 | 5.4 | 13.62 |

a,b,c... Means with different descript letters in the same column are significantly different. * Significantly different at P < 0.05, ** significantly different at P < 0.01. CV = coefficient of variation, WUE = water use efficiency

ประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิต

เมื่อข้าวได้รับความถี่การให้น้ำที่ยาวนานขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; Figure 3 และ Table 3) โดยพบว่า ทริตเมนต์ที่ 1–6 หรือข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 2 วัน มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิต 0.0077–0.0087 กรัมต่อมิลลิเมตร แตกต่างทางสถิติจากทริตเมนต์ที่ 7–9 และ 13–24 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิต 0.0011–0.0072 กรัมต่อมิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างจากทริตเมนต์ที่ 10 11 และ 12 ซึ่งเป็นข้าวที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 5 วัน ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ความลึกการหยอดเมล็ด 0 (หว่านเมล็ด) 2.5 และ 5.0 เซนติเมตร โดยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิต 0.0081 0.0081

และ 0.0086 กรัมต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ บ่งบอกได้ว่า เมื่อความถี่การให้น้ำยาวนานขึ้น ความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิตในทริตเมนต์ดังกล่าวไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ทั้งนี้ ความลึกการหยอดเมล็ดที่แตกต่างกันทำให้ผลกระทบจากสภาวะแล้งส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทริตเมนต์ที่ได้รับความถี่การให้น้ำ 10 ถึง 25 วัน ที่มีระดับความลึกการเตรียมดิน 2.5 และ 5.0 เซนติเมตร ให้ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำด้านผลผลิตที่สูงกว่าทริตเมนต์ที่มีความลึกการเตรียมดิน 0 (หว่านเมล็ด) เซนติเมตร

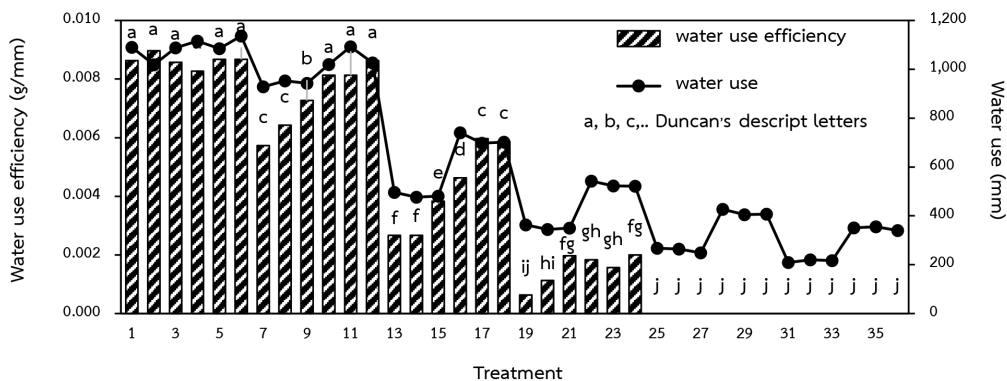


Figure 3 The water use efficiency of Pathumthani 1 rice variety grown under various conditions

ตารางคะแนนการตัดสินใจ

เมื่อพิจารณาการให้คะแนนโดยการสร้างตารางการตัดสินใจแบบ decision matrix (Table 4) พบว่า ทริตเมนต์ที่ 5 มีคะแนนรวมเท่ากับ 0 ซึ่งไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ขณะที่ ทริตเมนต์ที่ 6 มีคะแนนรวมเท่ากับ +1 ซึ่งมากกว่าชุดควบคุม และทริตเมนต์ที่ 11 ข้าวที่ได้รับสภาวะแล้ง (ปริมาณน้ำลดลง) มีคะแนนรวมเท่ากับ -1 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับชุดควบคุมมากที่สุด ทั้งนี้ ทริตเมนต์ที่ 7–9 และ 13–36 (ความถี่การให้น้ำ 5 10 15 20 และ 25 วัน) มีคะแนนรวมติดลบมากถึงมากที่สุด ได้แก่ -5 ถึง -7 คะแนน ดังนั้น การให้น้ำที่ความถี่การให้น้ำที่ยาวนานขึ้นดังกล่าว ส่งผลให้ผลผลิตและการเจริญ

เติบโตด้านอื่น ๆ มีแนวโน้มลดลง และการให้น้ำที่ความถี่การให้น้ำ 2–5 วัน เป็นระดับความถี่ที่เหมาะสม ส่วนระดับความถี่การให้น้ำที่ 10 วันขึ้นไป มีคะแนนติดลบเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่า ในสภาวะแล้งที่เพิ่มขึ้นนั้น ระดับความลึกการเตรียมดินและระดับความลึกการหยอดเมล็ดที่เพิ่มขึ้นช่วยให้สภาวะดังกล่าวส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวน้อยลงหรือลดระดับความรุนแรงลง เนื่องจากการเตรียมดินที่ลึก ทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ในดิน ทำให้มีการสะสมน้ำมากกว่า และน้ำจะไหลซึมผ่านลงไปใต้ดีขึ้น (Banpajan, 2001) และการหยอดเมล็ดลึกขึ้นช่วยให้ระบบรากพืชใช้ประโยชน์จากน้ำในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chantron, 1983)



Table 4 Decision matrix

| Treatment | Number of tiller (tiller) | Number of filled grain | Number of unfilled grain | Yield per pot (g) | 100 grain weight (g) | Filled grain (%) | Harvest index | Root dry weight (g) | Plant dry weight (g) | Total score |
|-----------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -3 |
| 3 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -2 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 5 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 |
| 6 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | -1 | -6 |
| 8 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -5 |
| 9 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | -1 | -6 |
| 10 | -1 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | -3 |
| 11 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | -1 | -1 |
| 12 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -2 |
| 13 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -5 |
| 14 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -6 |
| 15 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 16 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -6 |
| 17 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | -1 | -5 |
| 18 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 19 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -6 |
| 20 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -6 |
| 21 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -6 |
| 22 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 23 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -6 |
| 24 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -6 |
| 25 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 26 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |

Table 4 Cont.

| Treatment | Number of tiller (tiller) | Number of filled grain | Number of unfilled grain | Yield per pot (g) | 100 grain weight (g) | Filled grain (%) | Harvest index | Root dry weight (g) | Plant dry weight (g) | Total score |
|-----------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 27 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 28 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 29 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 30 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 31 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 32 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 33 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 34 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 35 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |
| 36 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -7 |

นอกจากนี้ การหยอดเมล็ดยังช่วยลดความเสียหายจากนกและหนู (Lamb and Johnson, 2004) เมื่อนำปัจจัยด้านเขตกรรม ได้แก่ ความลึกการเตรียมดิน และความลึกการหยอดเมล็ดเข้ามาใช้ในการปลูก ปัจจัยทั้งสองช่วยให้ค่า “ผลต่างของผลผลิต” ของข้าวที่ได้รับสภาวะแล้งกับข้าวที่ได้รับน้ำในการเจริญเติบโตปกติมีค่าเปอร์เซ็นต์ลดลง โดยที่รอบความถี่การให้น้ำ 2 วัน ปัจจัยความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ร่วมกับปัจจัยความลึกการหยอดเมล็ด 5 เซนติเมตร ช่วยให้ค่าผลต่างของผลผลิตมีค่าเป็นบวก ซึ่งหมายถึงมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม) หรือทรีตเมนต์ที่ใช้ความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร และความลึกการหยอดเมล็ด 0 เซนติเมตร และที่รอบความถี่การให้น้ำ 5 วัน ปัจจัยความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ช่วยให้ค่าผลต่างของผลผลิตลดลงเพียง -5 ถึง -12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากใช้ระดับความลึกการเตรียมดิน 25 เซนติเมตร ข้าวจะมีค่าผลต่างของผลผลิตมากถึง -27 ถึง -43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยความลึกการหยอดเมล็ดนั้น ในรอบความถี่การให้น้ำ 5 วัน ปัจจัยความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 และ 5 เซนติเมตร ช่วยให้ค่าผลต่างของผลผลิตลดลง -5 ถึง -35 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ หากได้รับความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร ร่วมด้วย จะทำให้ค่าผลต่างของผลผลิตลดลงเพียง -5 ถึง -6 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น แต่หากใช้ระดับความลึกการหยอดเมล็ด 0 เซนติเมตร ข้าวจะมีค่าผลต่างของผลผลิตมากถึง -12 ถึง -43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสภาวะแล้งจากฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานหรืองดการให้น้ำ 20 และ 25 วัน ระดับของความลึกการหยอดเมล็ดและระดับของความลึกการเตรียมดินที่เพิ่มมากขึ้นไม่มีผลต่อการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เนื่องจากข้าวไม่ให้ผลผลิต (ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นศูนย์) หากมีฝนทิ้งช่วงหรืองดการให้น้ำ 10 และ 15 วัน ข้าวยังคงให้ผลผลิตแต่มีค่าผลต่างของผลผลิตจากสภาวะควบคุมสูงถึง -56 ถึง -98 เปอร์เซ็นต์

สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยเขตกรรมต่อการเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะแห้งแล้งในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า การเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งคุณภาพและปริมาณผลผลิตลดลง เมื่อได้รับน้ำในปริมาณที่ลดลง การลดลงของปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูปลูกทำให้จำนวนต้นตอก่อ จำนวนเมล็ดดี จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ดัชนีการเก็บเกี่ยว น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักฟางแห้ง ลดลงจากข้าวที่ได้รับน้ำในปริมาณปกติ ปัจจัยทางด้านเขตกรรม ได้แก่ ระดับความลึกการไถพรวนและระดับความลึกการเตรียมดิน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะแห้งแล้งในด้านโครงสร้างของดินและด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำส่งผลให้การเจริญเติบโต คุณภาพและปริมาณผลผลิตของข้าวไม่ลดลงหรือคงคุณภาพและปริมาณไว้ได้แม้ได้รับสภาวะแห้งแล้ง โดยทรีตเมนต์ที่ 11 ข้าวที่ได้รับสภาวะแล้ง ปลูกที่ระดับความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร และระดับความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร ให้ค่า “ผลต่างของผลผลิต” ใกล้เคียงกับชุดควบคุมมากที่สุด แม้แต่ข้าวได้รับน้ำปกติ (ทรีตเมนต์ที่ 6) แต่ปลูกที่ระดับความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร และระดับความลึกการหยอดเมล็ด 5.0 เซนติเมตร ให้ค่า “ผลต่างของผลผลิต” เป็นบวก ฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าระดับความลึกการเตรียมดิน 40 เซนติเมตร และระดับความลึกการหยอดเมล็ด 2.5 เซนติเมตร เป็นระดับปัจจัยทางเขตกรรมที่เหมาะสมที่สุดในสภาวะแห้งแล้ง เนื่องจากผลผลิตไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการ “Advancing Co-design of Integrated Strategies with Adaptation to Climate Change in Thailand (ADAP-T) สนับสนุนโดย JST-JICA” ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Banpajan, N. 2001. Effects of Organic Matters and Plowing Depths on Soil Salinity and Yield of Dixie Grass (*Sporobolus virginicus*) Grown on Northeastern Saline Soil. MS Thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Buakum, B. 2011. Effects of Sowing Depths on Growth and Rooting Patterns of Legume in the Dry Season of Rainfed Area. PhD Thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Chantron, P. 1983. Growing Peanut after Rice in Paddy Field without Irrigation. MS Thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Donald, C.M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.* 28: 361–405.
- Hsiao, T.C., J.C. O'toole, E.B. Yambao and N.C. Turner. 1984. Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiol.* 75(2): 338–341.
- Kong-in, J. 2002. Effect of Organic Matter and Plowing Depth on Number of Nitrifying Bacteria and Yield of Dixie Grass (*Sporobolus virginicus*) Grown on Northeastern Saline Soil. MS Thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Kumar, A., J. Bernier, S. Verulkar, H.R. Lafitte and G.N. Atlin. 2008. Breeding for drought tolerance: direct selection for yield, response to selection and use of drought-tolerant donors in upland and lowland-adapted population. *Field Crops Res.* 107(3): 221–231.
- Lamb, K.E. and B.L. Johnson. 2004. Seed size and seeding depth influence on canola emergence and performance in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 96(2): 454–461.
- Liu, J.X., D.Q. Liao, R. Oane, L. Estenor, W.E. Yang, Z.C. Li and J. Bennett. 2006. Genetic variation in the sensitivity of anther dehiscence to drought stress in rice. *Field Crops Res.* 97(1): 87–100.
- Mahdi, L., C.J. Bell and J. Ryan. 1998. Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L.) after early sowing at various depths in a semi-arid Mediterranean environment. *Field Crops Res.* 58(3): 187–196.
- Meenok, P. 2001. The Influence of Watering on Growth Yield and Water Consumption of 2 Varieties of Sugarcane in the Northeast. MS Thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Na Nagara, T. 1983. Soil - water and plant relationships. *Thai Agric. Res. J.* 1: 185–195. (in Thai)

- Na Nagara, T., M.L.C. Tongyai and P. Ratanapradipha. 1984. Growth and water use of corn as affected by tillage practices and irrigation frequency. Thai Agric. Res. J. 2: 10–15. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. 2016. Agricultural Statistics of Thailand. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai).
- Polthanee, A. 1991. Cultivation of peanuts after rice in rainfed areas of northeast Thailand: farmers' approach. Thai J. Agric. Sci. 7(1): 70–76. (in Thai).
- Rasmussen, W.W., D.P. Moore and L.A. Alban. 1972. Improvement of a solonetzic (slick spot) soil by deep plowing, subsoiling, and amendments. Soil Sci. Soc. Am. J. 36(1): 137–142.
- Royal Irrigation Department. 2011. Crop Water Requirement Reference Crop Evapotranspiration and Crop Coefficient Handbook. Irrigation Water Management Division, Royal Irrigation Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Schillinger, W.F., E. Donaldson, R.E. Allan and S.S. Jones. 1998. Winter wheat seedling emergence from deep sowing depths. Agron. J. 90: 582–586.
- Siddique, K.H.M. and S.P. Loss. 1999. Studies on sowing depth for chickpea (*Cicer arietinum* L.), faba bean (*Vicia faba* L.), and lentil (*Lens culinaris* Medik) in a Mediterranean-type environment of south-western Australia. J. Agron. Crop Sci. 182(2): 105–112.
- Sitthisuntikul, K., B. Jolanun and P. Yossuk. 2015. Alternatives for adapting rice farming to drought of On Tai farmers, San-Khampaeng district, Chiang Mai province, pp. 1241–1248. *In Proc. the 53rd Kasetsart University Annual Conference, 3–6 February 2015.* (in Thai)
- Slatyer, R.O. 1967. Plant Water Relationships. Academic press, Inc., London, UK.
- Stucky, D.J. 1976. Effect of planting depth, temperature, and cultivars on emergence and yield of double cropped soybeans. Agron. J. 68(2): 291–294.
- Sun, J.K., T. Li, J.B. Xia, J.Y. Tian, Z.H. Lu and R.T. Wang. 2011. Influence of salt stress on ecophysiological parameters of *Periploca sepium* Bunge. Plant Soil Environ. 57(4): 139–144.