อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวหอมวาริน ในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Effect of Potassium Fertilizer on Yield and Yield Components of HomWarin Rice Variety in Low Fertility Sandy Soil

วรนัน คุ้นเคย[1] นพมาศ นามแดง[1] ฉันทมาศ เชื้อแก้ว[1] ธีรยุทธ ตู้จินดา[2] และ สุรีพร เกตุงาม[1]*
Woranan Khonkhoei[1], Nopamas Namdang[1], Chantamart Chueakaew[1], Theerayut Toojinda[2] and Sureeporn Katengam[1]*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอมวารินในพื้นที่ดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ 5 ตำรับทดลอง ประกอบด้วย ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ในแต่ละตำรับทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัส อัตรา 12 และ 8 กิโลกรัม N และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อข้าวมีอายุ 15 วันหลังปักดำ 40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราปุ๋ยทั้งหมด ครั้งที่ 2 ใส่อีก 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอ และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 อีก 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง ผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลทำให้ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของข้าวหอมวารินสูงสุดและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากตำรับทดลองอื่น ($p<0.05$) แต่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นแห้ง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และผลผลิตของข้าวหอมวารินแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตของข้าวหอมวารินสูงสุด (927.56 กิโลกรัมต่อไร่)

คำสำคัญ: ข้าว ปุ๋ยโพแทสเซียม ดินทราย ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต

Abstract

The objective of this research was to study the effect of potassium (K) fertilizer rate on growth, yield and yield components of HomWarin rice variety grown in low fertile sandy soils. The experiment was laid out in randomized complete block design (RCBD) with three replications and five rate of K treatments comprising 0, 6, 12, 18 and 24 kg K_2O per rai. Each treatment was applied with nitrogen and phosphorus fertilizers at 12 (N) and 8 (P_2O_5) kg per rai, respectively. Split fertilizers were established in three application timings. The first application was applied 15 days after transplanting with 40 percent of total fertilizer established in treatments. The second and third applications were applied at tillering (40%) and booting stages (20%), respectively. The results revealed that the potassium application at the rate of 18 kg K_2O per rai significantly caused the longest panicle length, number of seeds per panicle and the 1,000 grain weight of HomWarin rice variety ($p<0.05$). Different rates of the potassium application displayed no significant effects on height, number of tillers per culm, number of panicles per culm, shoot dry weight, filled grain percentage, unfilled grain percentage

[1]สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190
[2]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190
[2]National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand Science Park, Phahonyothin Road, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120
*Corresponding author: sureeporn.k@ubu.ac.th

and grain yield. Nevertheless, potassium fertilizer at 18 kg K_2O per rai tended to produce the highest grain yield of HomWarin (927.56 kg per rai).

Keyword: rice, potassium fertilizer, sandy soil, yield, yield components

คำนำ

ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเป็นอย่างมาก โดยพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณ 37.79 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 61.76 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด พันธุ์ข้าวที่ชาวนานิยมปลูกเป็นข้าวไวต่อช่วงแสง เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข15 และ กข6 เป็นต้น มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 352 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าภาคอื่น ๆ ของประเทศ ในขณะที่ภาคเหนือมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 563 กิโลกรัม ภาคกลาง 618 กิโลกรัม และภาคใต้ 488 กิโลกรัม (Office of Agricultural Economics, 2021) ซึ่งดินส่วนมากมักเป็นดินทรายมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยเพียง 0.72 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ต่ำ โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม (47 ppm) แตกต่างจากดินในภาคอื่น ๆ ที่มีโพแทสเซียมในปริมาณปานกลางถึงสูง (84-215 ppm) (Land Development Department, 2015; Songmuang & Seetanun, 2000)

ดินทรายมีประสิทธิภาพการอุ้มน้ำต่ำมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารได้น้อย และดินมีสภาพเป็นกรดทำให้โพแทสเซียมถูกชะละลายและสูญเสียไปจากดินได้ง่าย โพแทสเซียมจึงมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตข้าว จึงส่งผลให้ผลผลิตข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่ำกว่าภูมิภาคอื่น

โพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารหลักสำคัญที่ข้าวมีความต้องการในปริมาณมากใกล้เคียงกับไนโตรเจนเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต โพแทสเซียมมีหน้าที่สำคัญในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล เพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ ชะลอการสุกแก่ ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเมล็ด ช่วยให้ข้าวมีจำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนักเมล็ด ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตเพิ่มขึ้น (Osotsapa, 2015; Dobermann & Fairhurst, 2000; Römheld & Kirkby, 2010) แต่โพแทสเซียมไม่มีผลต่อการแตกกอ โพแทสเซียมมีส่วนทำให้กระบวนการต่าง ๆ ในต้นข้าวสมบูรณ์ขึ้น ทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ น้ำหนักดี ต้นข้าวแข็งแรงไม่ล้ม สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ดีขึ้น (Dobermann & Fairhurst, 2000; Osotsapa, 2015;) ในบรรดาปุ๋ยธาตุอาหารหลักปุ๋ยโพแทสเซียมมีความสำคัญมากรองลงมาจากปุ๋ยไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 3-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (Zhang et al., 2010) และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ข้าวมีผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักแห้งฟางเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Saeyang et al., 2021) ทั้งนี้เนื่องจากสภาพพื้นที่ปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทรายมักมีปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียม (Foiphikun, 2005) ข้าวที่ปลูกจึงพบว่ามีอาการแคระแกรน การแตกกอลดลง ใบสั้น เหี่ยวแห้ง รวงข้าวผอมยาว ขนาด และน้ำหนักของเมล็ดลดลง (Techapinyawat, 2005) ส่งผลให้ข้าวมีผลผลิตต่ำ ดังนั้นการปลูกข้าวในนาดินทรายจึงจำเป็นจะต้องใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มด้วยเสมอเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของข้าว แต่การทำนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่ต่ำ Department of Agriculture (2000) ได้แนะนำการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมทางเศรษฐกิจเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดสำหรับข้าว โดยทั่วไปในนาดินทรายแนะนำให้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 3-6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ซึ่งอาจจะยังไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ ผลผลิตข้าวในบางพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

นอกจากความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว พันธุ์ข้าวก็เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิต ข้าวหอมวารินเป็นข้าวเจ้าหอมคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง ทนน้ำท่วมฉับพลัน เมล็ดมีกลิ่นหอมและคุณภาพการหุงต้มคล้ายข้าวขาวดอกมะลิ 105 (Katengam et al., 2011) ข้าวหอมวารินเป็นข้าวพันธุ์ใหม่ที่มีการพัฒนาพันธุ์

เพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกข้าวอาศัยน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินทรายที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ และยังไม่มีการรายงานการศึกษาการตอบสนองของข้าวหอมวารินต่อปุ๋ยโพแทสเซียมในพื้นที่ปลูกข้าวนาดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพื่อให้ได้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวหอมวารินในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกข้าวโดยอาศัยน้ำฝนในพื้นที่ดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำต่อไป

วิธีการศึกษา

สถานที่และการวางแผนการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลองปลูกข้าว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized complete block design) จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 5 ตำรับทดลอง ประกอบด้วยปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ซึ่งในแต่ละตำรับทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัส อัตรา 12 และ 8 กิโลกรัม N และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ

การปลูกข้าวและการดูแลรักษา

ดำเนินการปลูกข้าวหอมวารินในแปลงทดลองย่อยขนาด 15 ตารางเมตร จำนวน 15 แปลง โดยวิธีการปักดำใช้ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร และใช้ต้นกล้าอายุ 1 เดือน ในแต่ละแปลงย่อยปลูกข้าว จำนวน 10 แถว แถวละ 18 ต้น (ปลูก 1 ต้นต่อจับ) ดินที่ใช้ปลูกข้าวเป็นชุดดินร้อยเอ็ด ซึ่งมีลักษณะเป็นดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน สูตร 46-0-0 ปุ๋ยฟอสฟอรัส สูตร 18-46-0 และปุ๋ยโพแทสเซียม สูตร 0-0-60 ตามที่กำหนดในแต่ละตำรับทดลอง โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ใส่ปุ๋ยครั้งแรกเมื่อข้าวมีอายุ 15 วันหลังปักดำ จำนวน 40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราปุ๋ยทั้งหมด ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยอีก 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอ และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยอีก 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะใส่พร้อมกับปุ๋ยโพแทสเซียม และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด (มีปริมาณอินทรียวัตถุตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์) พร้อมการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืช รักษาน้ำในแปลงไว้ที่ระดับ 5-10 เซนติเมตร ตลอดฤดูกาลปลูก

การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงย่อยตามตำรับทดลอง จำนวน 15 จุด นำดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ร่อนดินผ่านตระแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำดินไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง อัตราส่วนดิน:น้ำ 1:1 โดยใช้เครื่อง pH meter วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยสกัดด้วยน้ำยา Bray II และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer และวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยใช้ 1N NH_4OAc (pH 7) เป็นน้ำยาสกัด และวัดค่าด้วยเครื่อง Flame photometer และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ด้วยวิธี Walkley and Black วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl method (Ta-oun, 2005; Office of Science for Land Development, 2005)

การเก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าว

สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวในพื้นที่ 2 ตารางเมตร (จำนวน 32 ต้น) เพื่อบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าวตามมาตรฐานของกรมการข้าว Rice Department (2007) ประกอบด้วย ความสูง จำนวนต้นต่อกอ

จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักต้นแห้ง (อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง) และผลผลิตข้าว

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าวไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวด้วยวิธี Pearson moment correlation โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STAR-statistical tool for agricultural research version 2.0.1

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนการทดลอง

ดินแปลงทดลองปลูกข้าว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นชุดดินร้อยเอ็ด ซึ่งมีลักษณะเป็นดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Ta-oun, 2005; Office of Science for Land Development, 2005) มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH=5.23) มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำมาก (0.38 เปอร์เซ็นต์) และมีธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (0.019 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (9.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (9.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในระดับต่ำมาก (Table 1)

Table 1 Chemical properties and nutrient content in soil before the experiment and after the experiment**.**

Treatments	Chemical properties and nutrient contents in soil				
	pH	OM (%)	N (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
Soil before the experiment	5.23	0.38	0.019	9.59	9.39
Soil after the experiment					
T1 (K_0)	5.75^{b}	0.41	0.017	8.88	8.66
T2 (K_6)	5.79^{b}	0.52	0.019	9.94	7.84
T3 (K_{12})	5.73^{b}	0.54	0.020	9.99	8.52
T4 (K_{18})	6.16^{a}	0.45	0.018	10.15	8.28
T5 (K_{24})	5.79^{b}	0.47	0.018	7.88	8.52
F-test [1/]	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2.22	33.97	32.56	28.61	8.35

Note: [1/]* Significant difference at the 0.05 probability level; ns: not significant difference; means with different lowercase superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินหลังการทดลอง

ผลการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ไม่มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินหลังปลูกแตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้ดินมีค่า pH สูงที่สุด เท่ากับ 6.16 ซึ่งแตกต่างกับการที่ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยในอัตรา 6, 12, และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากความไม่สม่ำเสมอของตัวอย่างดิน โดยดินหลังปลูกมีค่า pH ระหว่าง 5.73-5.79 ซึ่งมีระดับความกรด-ด่างปานกลางถึงกรดอ่อน มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก มีธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่ต่ำมาก โดยมีค่าระหว่าง 0.41-0.54, เปอร์เซ็นต์, 0.017-0.020 เปอร์เซ็นต์, 7.88-10.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 7.84-8.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งบ่งชี้ว่าปริมาณปุ๋ยที่ใส่ถูกข้าวนำไปใช้ในการเจริญเติบโตจนไม่เหลือธาตุอาหารตกค้างเหลือในดิน ทั้งนี้เพราะดินแปลงทดลองมีปริมาณธาตุอาหารในระดับต่ำและไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าว (Table 1) ดินที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวควรมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่า 2.25 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนในดินมากกว่า 0.113 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Department of Agriculture, 2000)

อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตข้าวหอมวาริน

ข้าวหอมวาริน เป็นข้าวพันธุ์ปรับปรุงพันธุ์ใหม่ให้ผลผลิตสูงเหมาะกับพื้นที่ปลูกข้าวอาศัยน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Katengam et al., 2011) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราแตกต่างกัน 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลทำให้ความยาวรวงและจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวหอมวารินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวหอมวารินมีความยาวรวงเฉลี่ย (29.62 เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงสุด (189.42 เมล็ดต่อรวง) แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมและใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ความยาวรวงเฉลี่ย 27.93 และ 28.02 เซนติเมตร และจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 162.71 และ 161.56 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ไม่มีผลทำให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอของข้าวหอมวารินแตกต่างทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Effect of potassium fertilizer on growth and yield components of HomWarin rice variety.

Treatments	Height (cm)	No. of tillers/culm	No. of panicles/culm	Panicle length (cm)	No. of spikelets/panicle
T1 (K_0)	115.27	11.55	11.50	27.93 ^{c}	162.71 ^{c}
T2 (K_6)	118.58	11.97	11.89	28.02 ^{c}	161.56 ^{c}
T3 (K_{12})	122.52	12.24	12.21	29.20 ^{ab}	178.00 ^{b}
T4 (K_{18})	122.24	11.98	11.88	29.62 ^{a}	189.42 ^{a}
T5 (K_{24})	121.75	12.40	12.31	29.08 ^{b}	170.67 ^{bc}
F-test$^{1/}$	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	5.13	7.16	7.38	0.85	3.36

Note: $^{1/}$* Significant difference at the 0.05 probability level, ns: not significant difference; means with different lowercase superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 3 Effect of potassium fertilizer on yield components and yield of HomWarin rice variety.

Treatments	Filled grain (%)	Unfilled grain (%)	1,000 Grain weight (g)	Yield (kg/rai)	Straw dry weight (kg/rai)	HI
T1 (K_0)	95.38	4.29	25.74 [b]	849.16	1333.66	0.39
T2 (K_6)	95.49	4.51	25.67 [b]	881.28	1381.95	0.39
T3 (K_{12})	94.50	5.50	27.27 [a]	909.86	1379.73	0.40
T4 (K_{18})	94.94	5.06	27.80 [a]	927.56	1273.63	0.42
T5 (K_{24})	96.07	3.93	27.62 [a]	901.83	1272.71	0.41
F-test[1/]	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	1.43	29.93	1.40	10.72	11.58	4.30

Note: [1/]* Significant difference at the 0.05 probability level, ns: not significant difference; means with different lowercase superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at P≤0.05.

อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตข้าวหอมวาริน

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ไม่มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวหอมวารินแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นข้าวหอมวารินมีแนวโน้มให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 927.56 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ จากนั้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากขึ้น อัตรา 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ข้าวหอมวารินจะให้ผลผลิตลดลง ส่วนแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม จะให้ผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 849.16 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวหอมวารินมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากที่สุด เท่ากับ 27.80 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแปลงที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 12 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 27.27 และ 27.62 กรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมและแปลงที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เพียง 25.74 และ 25.67 กรัม ตามลำดับ อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเมล็ดลีบแตกต่างกัน (Table 3)

อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อผลดัชนีเก็บเกี่ยวผลิตข้าวหอมวาริน

ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราต่างกัน 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ไม่มีผลทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวหอมวารินแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มว่าข้าวหอมวารินที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราอื่น ๆ โดยมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว เท่ากับ 42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 24 และ 12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว เท่ากับ 41 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนข้าวหอมวารินที่ได้รับปุ๋ยในอัตรา 6 และ 0 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวเท่ากัน คือ 39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3)

สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอมวาริน

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอมวาริน พบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับความสูง (r=0.79) จำนวนต้นต่อกอ (r=0.73) จำนวนรวงต่อกอ (r=0.70) และน้ำหนักต้นสด (r=0.69) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี (r=0.62) และน้ำหนักต้นแห้ง (r=0.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ความสูงมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนต้นต่อกอ (r=0.63) จำนวนรวงต่อกอ (r=0.60) ความยาวรวง (r=0.59) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (r=0.55) และน้ำหนักต้นสด (r=0.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จำนวนต้นต่อกอมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนรวงต่อกอ (r=0.99) น้ำหนักต้นสด (r=0.64) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี (r=0.52) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จำนวนรวงต่อกอมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักต้นสด (r=0.64) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ส่วนความยาวรวงมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนเมล็ดต่อรวง (r=0.88) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (r=0.90) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) จำนวนเมล็ดต่อรวงมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (r=0.706) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (Table 4)

Table 4 Correlation between yield and yield components of HomWarin rice variety.

Parameters	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
1. GY	1	0.79**	0.73**	0.70**	0.47^{ns}	0.37^{ns}	0.62*	-0.60*	0.44^{ns}	0.69**	0.56*
2. H		1	0.63*	0.60*	0.59*	0.44^{ns}	0.32^{ns}	-0.28^{ns}	0.55*	0.56*	0.49^{ns}
3. TC			1	0.99**	0.30^{ns}	0.02ns	0.52*	-0.50^{ns}	0.38^{ns}	0.64**	0.47^{ns}
4. PC				1	0.28^{ns}	-0.01^{ns}	0.48^{ns}	-0.46^{ns}	0.37^{ns}	0.64**	0.47^{ns}
5. PL					1	0.87**	-0.07^{ns}	0.12^{ns}	0.90**	0.06^{ns}	-0.09^{ns}
6. SP						1	-0.12^{ns}	0.15^{ns}	0.70**	-0.04^{ns}	-0.07^{ns}
7. FG							1	-0.97**	-0.01^{ns}	0.49^{ns}	0.31^{ns}
8. UG								1	0.05^{ns}	-0.46^{ns}	-0.35^{ns}
9. 1,000 GW									1	0.11^{ns}	0.01^{ns}
10. FW										1	0.76**
11. DW											1

Note: GY= Grain yield, H= Height (cm.), TC= Number of tillers per culm, PC= Number of panicles per culm, PL= Panicle length (cm.), SP= Number of spikelet per panicles, FG= Filled grain (%), UG= Unfilled grain (%), 1,000 GW= 1,000 Grain weight, FW= Fresh weight, DW= Dry weight.

* Significant difference at the 0.05 probability level, ** significant difference at the 0.01 probability level, ns: not significant difference.

จากผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 0, 6, 12, 18 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลทำให้ปฏิกิริยาดินและปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้น น่าจะเป็นผลเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ เพราะการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในระยะยาวทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินหลังปลูกสูงขึ้น ถึงแม้มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มแต่ก็ยังไม่มากพอที่จะเหลือทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น (Land Development Department, 2017; Songmuang & Seetanun, 2000) ข้าวหอมวารินที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่สูงขึ้นมีผล

ทำให้ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากกว่าและแตกต่างกันจากข้าวหอมวารินที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sirimoon et al. (2014)

และ Sitthaphanit et al. (2018) ที่พบว่าอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกันมีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากโพแทสเซียมมีหน้าที่สำคัญในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล (Promnart, 2001) ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าว ช่วยเพิ่มจำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวง เพิ่มน้ำหนักเมล็ด และคุณภาพผลผลิต (Osotsapa, 2015; Römheld & Kirkby, 2010) และยังช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เพิ่มน้ำหนัก 1,000 เมล็ด อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการแตกกอของข้าว ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Dobermann & Fairhurst, (2000) โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญมีส่วนช่วยให้พืชเจริญเติบโตและพัฒนา รักษาสมดุลของเอนไซม์และควบคุมแรงดันต่าง ๆ ในเซลล์พืช (Marschner, 1995) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 3-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (Zhang et al., 2010) ข้าวที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมจะสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเมล็ดสูงขึ้น (Osotsapa, 2015; Yoshida, 1981; Mengel, 2006) และโพแทสเซียมยังมีส่วนช่วยเพิ่มกระบวนการหายใจของต้นพืช ข้าวจึงดูดใช้ธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น (Zain & Ismail, 2016) อย่างไรก็ตาม ถึงโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในนาข้าวเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตข้าว ต้องคำนึงถึงชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้ด้วยเสมอ (Saeyang et al., 2021) ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลทำให้ข้าวหอมวารินมีความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และผลผลิตสูงสุด สอดคล้องกับการศึกษาประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำของ Hartati & Purnomo (2018) ที่พบว่าอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0, 8, 16 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลทำให้ความสูง จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตข้าว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด 1,300 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Islam & Muttaleb (2016) ที่ศึกษาในข้าว Boro พันธุ์ BRRI dnan29 ของประเทศบังคลาเทศ และ Kunathai et al. (1997) ศึกษาในข้าวพันธุ์ กข23 ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่งผลทำให้ข้าว พันธุ์ BRRI dnan29 และ กข23 ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม เช่นเดียวกับกับการศึกษาของ Saeyang et al. (2021) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

การศึกษาครั้งนี้พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน ไม่มีผลทำให้ความสูง จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต้นแห้ง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และผลผลิตของข้าวหอมวารินแตกต่างกัน (Table 2) น่าจะเป็นผลเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินแปลงทดลองเป็นชุดดินร้อยเอ็ดซึ่งเป็นดินทรายปนดินร่วนจึงมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ เนื่องจากดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารได้ต่ำ ธาตุอาหารหรือปุ๋ยจึงสูญเสียไปกับการชะล้างและไหลบ่าของน้ำได้ง่าย (Land Development Department, 2017) และดินแปลงทดลองยังมีความเป็นกรดปานกลางถึงกรดอ่อนกลาง มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก มีธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่ต่ำมากเช่นกัน ซึ่งบ่งชี้ว่าดินมีปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าว ดังนั้นการแบ่งใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมช่วยทำให้ข้าวสามารถนำปุ๋ยไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mahfuza et al. (2010) ซึ่งรายงานว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 10.56 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 3 ครั้ง โดยครั้งแรกใส่หลังปักดำ ครั้งที่ 2 ในระยะแตกกอ และ ครั้งที่ 3 ในระยะข้าวตั้งท้อง พบว่า มีผลทำให้ข้าวพันธุ์ BR11 และ Nazersail ให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยครั้งเดียวหลังปักดำ และงานวิจัยของ Manzoor et al. (2008) พบว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 9.92 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 2 ครั้ง (ครั้งละ 50 เปอร์เซ็นต์) โดยใส่ครั้งแรกเมื่อข้าวอายุ 25 วันหลังปักดำ และใส่ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวมีอายุ 45 วันหลังปักดำ มีผลทำให้ข้าวบาสมาติมีความยาวรวงมากที่สุด (28 เซนติเมตร) จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุด (103.80 เมล็ด) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด (20.91 กรัม) และให้ผลผลิตข้าวบาสมาติสูงสุด 530 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ย

โพแทสเซียม อัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปักดำข้าว ครั้งที่ 2 ในระยะข้าวแตกกอ และครั้งสุดท้ายในระยะข้าวตั้งท้อง มีผลทำให้ข้าวหอมวารินมีความยาวรวงมากที่สุด เท่ากับ 29.62 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุด เท่ากับ 189.42 เมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 27.80 กรัม จากองค์ประกอบผลผลิตเหล่านี้ส่งผลให้ข้าวหอมวารินที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 927.56 กิโลกรัมต่อไร่

สรุปผลการศึกษา

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทในการพัฒนาเมล็ดข้าว โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทำให้ข้าวพันธุ์หอมวารินมีความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงสุด แตกต่างจากตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการสร้างปัญญาวิทย์ ผลิตนักเทคโน (Young Scientist and Technologist Program: YSTP) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ซึ่งมอบให้แก่ นางสาววรนัน คุ้นเคย นักศึกษาสาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ (สัญญาทุนเลขที่ SCA-CO-2563-12273-TH) และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

Department of Agriculture. (2000). **Rice Knowledge Bank. Fertilizer Recommendations in Paddy and Winter Cereal Crops**. Retrieved from: http://www. ricethailand.go.th/Rkb/manual/index. php.htm. (in Thai).

Dobermann, A. & Fairhurst, T. H. (2000). **Rice nutrient disorders & nutrient management**. England: Oxford Graphic Printers.

Foiphikun, W. (2005). **Plant Nutrients and Soil Fertility**. Technique and use of soil-fertilizer-water. Surin: Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University. (in Thai).

Hartati, S. & Purnomo, D. (2018). Effectiveness and efficiency of potassium fertilizer application to increase the production and quality of rice in Entisols. **Earth and Environmental Science.** 142, 1-8.

Islam, A. & Muttaleb, A. (2016). Effect of potassium fertilization on yield and potassium nutrition of Boro rice in a wetland ecosystem of Bangladesh. **Archives of Agronomy and Soil Science**. 62(11), 1530-1540. doi: 10.1080/03650340.2016.1157259

Kate-ngam, S., Riabroy, K., Toojinda, T., & Kotchasatit, U. (2011). Conversion of wide adapted rice cultivar IR57514 into Jasmine-like cooking quality through marker assisted backcrossing. In: **BIT's 2nd World DNA and Genome Day-2011, Reopen Bio-Gateway in Green Economy**. (pp. 286). China: Dalian World EXPO Center.

Kunathai, H., Wattanapayapku, S., Pattayarak, T., & Prasittikhet, J. (1997). The use of different rates of potassium fertilizers in combination with organic fertilizers affecting rice yield and potassium content in rice grains Nakhon Ratchasima Province. In: **Research report on soil fertility and fertilizer for rice and winter cereals**. Year 1988-1992. (pp. 224-241). Soil fertility and winter grain fertilizer research group, Soil Division, Soil Science Division Department of Agriculture, Bangkok. (in Thai).

Land Development Department. (2015). **State of Soil and Land Resources of Thailand**. Retrieved from: https://www.ldd.go.th/www/files/80750.pdf. (in Thai).

Land Development Department. (2017). **Characteristics and properties of soil series in the Northeast (Roi Et soil series)**. Retrieved from: http://www.ldd.go.th/thaisoils museum/ pf_desc/northeast/Re.htm. (in Thai).

Mahfuza, S., Islam, M., Aktar, S., Amin, M., & Islam, M. (2010). Influence of Split Application of Potassium on Yield and Yield Contributing Characters of rice cultivars- BR11 and Nizersail. **The Agriculturists**. 6(1), 84–89.

Manzoor, Z., Awan, T. H., Ahmad, M., Akhter, M., & Faiz, F. A. (2008). Effect of split application of potash on the yield and yield related traits of Basmati rice. **Animal and Plant Sciences.** 18(4), 119-124.

Marschner, H. (1995). **Mineral Nutrition of Higher Plants.** Academic Press San Diego, CA.

Mengel, K. (2006). Potassium. In: Barker, A. V., and Pilbeam, D. J., **Handbook of Plant Nutrition.** (pp. 91-120). Boca Raton: CRC Press.

Office of Agricultural Economics. (2021). **Agricultural Production Data**. Retrieved from: https://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/TH-TH. (in Thai).

Office of Science for Land Development. (2005). **Soil sample analysis guide, water, fertilizer, plants, soil amendment and analysis to verify product standards**. 2nd ed. Bangkok: Land Development Department Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).

Osotsapa, Y. (2015). Nutrient requirements of rice. In: **Soil Nutrients and Fertilizers for Rice**, Yongyut Osotsapa, (pp. 218-345). Bangkok: Soil and Fertilizer Society of Thailand. (in Thai).

Promnart, P. (2001). The different viewpoint of fertilizer usage for rice production. **Thai Agricultural Research Journal.** 19(3), 236-245. (in Thai).

Rice Department. (2007). **Native rice genetics of ethnic groups under the Royal Initiative Project**. Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. (in Thai).

Römheld, V. & Kirkby, E. A. (2010). Research on potassium in agriculture: Needs and prospects. **Plant and Soil**. 335, 155-180.

Saeyang, A., Yamuangmorn, S., & Prom-u-Thai, C. (2021). Effects of potassium fertilizer source on grain yield and yield components of Chai Nat 1 grown under flooded and non-flooded conditions. **Khon Kaen Agriculture Journal.** 49(1), 1-11. (in Thai).

Sirimoon, P., Sitthaphanit, S., Srimongkol, P., & Kanket, W. (2014). Effect of potassium fertilizer on yield and nutrient uptake of rice in saline soil. **Agricultural Science Journal**. 45(2)(Suppl), 637-640. (in Thai).

Sitthaphanit, S., Srimongkol, P., Kanket, W., & Sirimoon, P. (2018). Effect of potassium fertilizer on yield and yield components of glutinous rice under saline soil condition. **Khon Kaen Agriculture Journal.** 46(4), 739-748. (in Thai).

Songmuang, P. & Seetanun, W. (2000). Water resources and soil problems in the Northeast. In **Fertilizer Application Technology in Rice Fields**. Rice Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok. (in Thai).

Ta-oun, M. (2005). **Techniques and analyzes in soil, plants, water and fertilizer laboratories**. Food and Agriculture Organization (FAO) Cooperation Project, Department of Land Resources and Environment Faculty of Agriculture Khon Kaen University. (in Thai).

Techapinyawat, S. (2005). Plant Physiology. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai).

Yoshida, S. & Cock, J. H. (1981). **Fundamentals of Rice Crop Science.** International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Zain, N. A. M. & Ismail, M. R. (2016). Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange and biochemical changes in rice (Oryza sativa) planted under cyclic water stress. **Agriculture Water Management.** 164, 83-90.

Zhang, H., Xu, M., Shi, X., Li, Z., Huang, Q., & Wang, X. (2010). Rice yield, potassium uptake and apparent balance under long-term fertilization in rice-based cropping systems in southern China. **Nutrient Cycling Agroecosystem.** 88, 341-349.

วันรับบทความ (Received date) : 16 มี.ค. 65
วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 8 ก.ค. 65
วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 4 ต.ค. 65