วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ผลกระทบของชนิดดินปลูกต่อลักษณะรากและลักษณะกายวิภาคของรากข้าวไร่เพื่อการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ภาคกลาง

Effects of soil types on root traits and root anatomy of upland rice for varieties suitable selection for planting in central Thailand

ปุณยวีร์ เดชครอง[1], นฤภัทร ยังปรางค์[2], ศรสวรรค์ ศรีมา[1], ศิริพรรณ สุขขัง[1], ธนัญกรณ์ ใจผ่อง[3], ทิวา พาโคกทม[4] และ ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย[2]*

Punyavee Dechkrong[1], Naruphat Yungprang[2], Sornsawan Srima[1], Siriphan Sukkhaeng[1], Thanankron Jaipong[3], Tiwa Pakoktom[4] and Songsak Puttrawutichai[2]*

[1] *ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140*

[1] *Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140*

[2] *ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140*

[2] *Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

[3] *ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140*

[3] *National Agricultural Machinery Center, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

[4] *ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140*

[4] *Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของชนิดดินปลูกต่อลักษณะการเจริญของรากและลักษณะกายวิภาคของรากข้าวไร่สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกในเขตพื้นที่ราบภาคกลาง โดยวางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 Factorial in completely randomize design (CRD) มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ชนิดดินปลูก และปัจจัยที่ 2 พันธุ์ข้าวไร่ คัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่มาทดสอบจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ลืมผัว พันธุ์ชิวเกลี้ยง พันธุ์เจ้าฮ่อ และพันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตองสำหรับการประเมินลักษณะรากโดยวิธีตะกร้า (basket method) ข้าวทั้ง 4 พันธุ์ปลูกภายใต้สภาพแปลงทดลอง 2 แบบ ดังนี้ แปลงที่ 1 มีสภาพเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และแปลงที่ 2 มีสภาพเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ผลการทดลองพบว่าที่ระยะแตกกอ พันธุ์ข้าวและเนื้อดินมีผลกระทบต่อลักษณะรากอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวไร่ที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทรายมีจำนวนรากตื้น (19.92 ราก) จำนวนรากลึก (53.42 ราก) และจำนวนรากรวม (73.33 ราก) มากกว่าข้าวไร่ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว โดยพันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตองที่ปลูกภายใต้สภาพดินร่วนปนทรายมีจำนวนรากตื้น 29.00 ราก จำนวนรากลึก 93.00 ราก และจำนวนรากรวม 122.00 รากสูงสุด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและเนื้อดินปลูกมีผลต่อจำนวนรากตื้น จำนวนรากลึก และจำนวนรากรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระยะข้าวตั้งท้องพบว่า ปัจจัยด้านพันธุ์ เนื้อดิน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และเนื้อดินมีผลต่อจำนวนรากลึกและรากรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยข้าวไร่ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายมีจำนวนรากลึกและจำนวนรากรวมสูงกว่าข้าวไร่ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว (65.15 และ 86.85 รากตามลำดับ) ซึ่งพันธุ์เจ้าฮ่อมีจำนวนราก

* Corresponding author: songsak.pu@ku.th

Received: date; June 29, 2021 Accepted: date; November 15, 2021 Published: date; April , 2022

ลึกสูงสุด(82.50 ราก) ในขณะที่พันธุ์ลืมผัวมีจำนวนรากรวมสูงสุด (109.67 ราก) รองลงมาคือพันธุ์เจ้าฮ่อ 100.75 ราก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของจำนวนรากในพันธุ์ชิวเกลี้ยงที่ปลูกในสภาพดินทั้งสองชนิด สำหรับการศึกษาลักษณะกายวิภาคของรากที่ระยะข้าวแตกกอพบว่า มีเพียงปัจจัยด้านพันธุ์ปัจจัยเดียวที่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสตีลและจำนวนท่อน้ำอย่างมีนัยสำคัญ โดยพันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสตีลสูงสุดคือ 412.88 ไมครอน ในขณะที่พันธุ์เจ้าฮ่อมีจำนวนท่อน้ำมากสุดคือ 8.67 ท่อ ส่วนที่ระยะข้าวตั้งท้องพบว่า พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และเนื้อดินมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ลืมผัวที่ปลูกในสภาพเนื้อดินร่วนเหนียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากใหญ่สุด (1,471.83 ไมครอน) ในขณะที่พันธุ์ชิวเกลี้ยงที่ปลูกในสภาพเนื้อดินร่วนปนทรายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากเล็กที่สุด (961.16 ไมครอน) อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านเนื้อดินไม่มีผลกระทบต่อลักษณะกายวิภาคของรากทั้งระยะข้าวแตกกอและระยะข้าวตั้งท้อง จากผลการทดลองสามารถชี้ให้เห็นว่าชนิดดินปลูกมีผลต่อลักษณะราก ในขณะที่พันธุ์เป็นตัวกำหนดลักษณะกายวิภาคของราก
คำสำคัญ: ข้าวไร่; ลักษณะราก; วิธีตะกร้า

ABSTRACT: This research aimed to evaluate the effect of soil types on the root traits and root anatomy for selecting suitable upland rice varieties for planting in the central plains of Thailand. The experimental design was 2x4 factorial in completely randomize design (CRD) with two factors. The first factor was soil types, and the second factor was the upland rice varieties. Four upland rice varieties, namely Leum Pua, Sew Gliang, Jow Haw, and Jow Lisaw San-pah-tawng were selected for the root trait evaluation by using the basket method. All four rice varieties were grown in two experimental plots with conditions: Plot 1 the soil texture was sandy loam and Plot 2 the soil texture was clay loam. The results showed that at the tillering stage, rice varieties and soil texture had significant effects on the root traits. The upland rice varieties, grown in the sandy loam had the shallow root number (SRN) (19.92 roots), deep root number (DRN) (53.42 roots), and a total root number (TRN) (73.33 roots), and was higher than that grown in the clay loam. Jow Lisaw San-pah-tawng grown in sandy loam showed the highest SRN (29.00 roots), DRN (93.00 roots), and TRN (122.00 roots), and the interaction between rice varieties and soil texture highly significantly affected the SRN, DRN, and TRN. At the booting stage, rice varieties, soil texture, and the interaction of varieties and soil texture had a highly significant impact on the DRN and TRN. Upland rice varieties, grown in sandy loam, had a greater DRN and TRN than that grown in clay loam (65.15 and 86.85 roots, respectively). Jow Haw had the highest of DRN (82.50 roots), while Leum Pua had the greatest TRN (109.67 roots) followed by Jow Haw (100.75 roots). However, there was no difference in the root number between the Sew Gliang grown in both soil textures. For study of root anatomy at tillering stage, it was found that there was only rice variety treatment that significantly influenced the stele diameter and number of metaxylem, Jow Lisaw San-pah-tawng had the largest stele diameter of 412.88 microns, while Jow Haw had the highest of number of metaxylem which was 8.67. At the booting stage, it was found that the varieties and the interaction of varieties and soil texture had a significant influence on root diameter. Leum Pua grown in clay loam had the largest root diameter (1,471.83 microns), in contrast to that of Sew Gliang grown in sandy loam that showed the tiniest root diameter (961.16 microns). However, soil texture did not affect the root anatomy both at the tillering and booting stages. The results indicated that soil types affected the root traits, while the varieties determined root anatomy.
Keywords: upland rice; root traits; basket method

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอ ในปี พ.ศ. 2562 ช่วงฤดูฝนเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม มีปริมาณฝนสะสมน้อยกว่าค่าเฉลี่ยฝน 30 ปี ถึงร้อยละ 16 และปริมาณฝนสะสมทั้งปีที่น้อยส่งผลต่อการกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำ ทำให้มีปัญหาการขาดแคลนน้ำในการทำนาปรัง ดังที่พบในเขตพื้นที่ชลประทานของภาคกลางในปีที่ผ่านมา (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2563) กรมชลประทานปรับแผนการส่งน้ำชลประทานตามปริมาณน้ำต้นทุนที่ลดลง การขาดแคลนน้ำในพื้นที่เกษตรส่งผลกระทบโดยตรงต่อการให้ผลผลิตของพืช (Madadgar et al., 2017) โดยเฉพาะข้าวซึ่งเป็นพืชที่ใช้น้ำในการเพาะปลูกปริมาณมาก การปลูกข้าวโดยทั่วไปที่เกษตรกรนิยมปลูกข้าวด้วยวิธีท่วมเป็นอ่าง (basin irrigation) เพื่อป้องกันวัชพืช ซึ่งมีการใช้น้ำมากกว่า 1,500 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ประดับพันธ์ และคณะ, 2562, Peng et al., 2009) หากปีใดเกิดภัยแล้งขึ้นจะส่งผลทำให้มีน้ำต้นทุนไม่เพียงพอที่จะปลูกข้าวในพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการจัดการหรือใช้การปรับเปลี่ยนพันธุ์ข้าวปลูกที่ไม่จำเป็นต้องให้น้ำชลประทานมาก และลดปริมาณน้ำเตรียมแปลงด้วย ข้าวไร่เป็นข้าวที่ปลูกบนที่ดอน บนเทือกเขาสูงและอาศัยน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่

ตลอดอายุการเจริญเติบโต การปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะไม่ใช้น้ำขังในพื้นที่ ดังนั้นการปลูกข้าวไร่เมื่อเทียบกับการปลูกข้าวนาสวนจึงเป็นข้าวที่ใช้น้ำในปริมาณน้อยกว่ามาก สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำต้นทุนในการผลิตข้าวได้

ข้าวเป็นพืชที่มีระบบรากเป็นรากฝอย (fibrous root system) ทำหน้าที่ยึดลำต้น ดูดซึมและขนส่งน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ ภายในดินสู่ลำต้น (Itoh et al., 2005, Coudert et al., 2010) ลักษณะทางสรีระและกายวิภาคของรากในพันธุ์ข้าวที่มีระบบรากลึกและท่อลำเลียงน้ำขนาดเล็กมีผลทำให้ข้าวสามารถปรับตัวได้ดีและทนแล้งได้มากขึ้น (พัณณ์ชิตา และคณะ, 2562) ความสามารถในการเจริญเติบโตและทิศทางการกระจายของระบบรากมีความแปรปรวนในพันธุกรรมและมีผลกระทบกับน้ำหนักมวลชีวภาพ (biomass) ทั้งหมดที่อยู่เหนือดิน (Kato et al., 2007) ข้าวนาสวนโดยทั่วไปมีระบบรากตื้นและมีรากขนาดเล็กแทรกตัวในดินได้ไม่ลึก และรากสามารถเจริญลงไปในดินประมาณ 0-10 ซม. (จากผิวดิน) จึงทำให้ข้าวนาสวนปรับตัวไม่ได้เมื่อเจอสภาวะแล้ง ในขณะที่ข้าวไร่ซึ่งมีลักษณะรากที่ใหญ่และหนาและแทรกตัวลงไปในดินได้ดีกว่า ดังนั้นเมื่อกระทบแล้งข้าวไร่จะสามารถปรับตัวได้ดี โดยข้าวไร่เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งรากของข้าวไร่จะมีการตอบสนองโดยการเพิ่มการแทรกซึมของรากลงไปในดินเพิ่มขึ้น มีการเพิ่มความหนาแน่นของรากและความลึกของราก เพื่อให้รากมีศักยภาพในการดูดความชื้นในดินระดับลึกได้ (Kim et al., 2020) มีรายงานการศึกษาข้าวไร่เมื่อกระทบแล้งว่ารากสามารถหยั่งลึกลงไปได้ถึง 1 เมตร เพื่อดูดซึมน้ำและแร่ธาตุที่อยู่ในดินชั้นที่ลึกลงไปเพื่อการสังเคราะห์แสงทำให้มีการเจริญเติบโตและการพัฒนาที่เป็นปกติ (พัณณ์ชิตา และคณะ, 2562, Fukai et al., 1999) ด้วยคุณลักษณะเฉพาะตัวของข้าวไร่นี้ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำใต้ดินได้ดีกว่าข้าวนาสวนทั่วไป นอกจากนี้ข้าวไร่ต่างสปีชีส์ (species) มีความแตกต่างกันในลักษณะกายวิภาค (anatomy) โดยข้าวไร่ japonica จะมีขนาดสตีล (stele) และ ท่อน้ำ (xylem) ใหญ่กว่าของข้าวไร่ indica (Uga et al., 2009) ข้าวไร่ในประเทศไทยที่ปลูกโดยทั่วไปจะมีผลผลิตต่ำ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 270 กิโลกรัมต่อไร่ (จรัญจิต และคณะ, 2556) เนื่องจากอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ต่อมามีรายงานว่าการทดสอบนำข้าวไร่มาปลูกในพื้นที่ราบและใช้ระบบน้ำชลประทานในการเจริญเติบโตเพื่อการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากดินในพื้นที่ราบลุ่มจะมีความอุดมสมบูรณ์และเก็บกักน้ำได้ดีกว่าดินในที่ดอน หรือตามไหล่เขาลาดชัน โดยจักรกฤช และคณะ (2563) ทำลองนำข้าวไร่มาปลูกในพื้นที่ราบในจังหวัดพิษณุโลกพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยอยู่ในช่วง 273.47-673.14 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าข้าวไร่สามารถปลูกได้ทั้งในสภาพไร่พื้นราบและสภาพไร่เชิงเขา นอกจากนี้ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่แต่ละสายพันธุ์ก็มีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาวะการขาดน้ำได้แตกต่างกัน ซึ่งข้อดีนี้ทำให้สามารถพัฒนาพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมต่อระบบการผลิตและสภาพพื้นที่ปลูก (Bouman et al., 2005 และ Peng et al., 2006)

ในเขตภาคกลางพื้นที่ที่ใช้ในการทำนาส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว ได้แก่ ชุดดินอยุธยา ชุดดินบ้านหมี่ ชุดดินบางเขน ชุดดินลพบุรี เป็นต้น ดินร่วนเหนียว ได้แก่ ชุดดินบางเลน ชุดดินนครปฐม ชุดดินเดิมบาง และชุดดินราชบุรี เป็นต้น และดินร่วนปนทราย ได้แก่ ชุดดินเขาย้อย ชุดดินหนองแก และชุดดินเพชรบุรี (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) ดังนั้นการนำข้าวไร่มาปลูกในเขตพื้นที่ราบภาคกลางซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวและดินเหนียวนั้น จำเป็นต้องศึกษาระบบรากและการกระจายตัวของรากในดินภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ เพราะจะช่วยให้สามารถคาดการณ์การตอบสนองของรากข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพดินและภูมิอากาศได้ (Slaton et al., 1990) ปัจจุบันเกษตรกรในเขตพื้นที่ราบภาคกลางสนใจนำข้าวไร่มาปลูก เนื่องจากในบางปีที่มีการคาดการณ์ปริมาณน้ำสำหรับทำเกษตรที่จำกัด จึงมีความสนใจที่จะปลูกข้าวไร่ทดแทนข้าวนาสวน เนื่องจากข้าวไร่ใช้น้ำน้อยและทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี กอรปกับความนิยมข้าวสีของผู้บริโภคในตลาดข้าวเฉพาะมีมากขึ้น ซึ่งข้าวไร่และข้าวพื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นข้าวสีที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงตอบสนองกับความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ราบภาคกลางโดยการศึกษาระบบรากและลักษณะกายวิภาคของรากต่อการตอบสนองต่อพื้นที่ปลูก เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ที่ให้ผลผลิตสูง และยังสามารถนำไปใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตข้าวต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

งานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

การประเมินลักษณะรากข้าวไร่โดยวิธีตะกร้า (basket method)

ทำการวางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 Factorial in completely randomize design (CRD) ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 พื้นที่ปลูก การทดลองนี้ใช้แปลงปลูกพืชทดลองจำนวน 2 แปลง ซึ่งทั้ง 2 แปลงอยู่คนละพื้นที่และมีเนื้อดินต่างกันคือ แปลงปลูกเนื้อดินร่วนปนทราย และแปลงปลูกแปลงเนื้อดินร่วนเหนียวในพื้นที่ของศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพแสน จังหวัดนครปฐม และปัจจัยที่ 2 พันธุ์ข้าวไร่ โดยใช้พันธุ์ข้าวไร่จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ลืมผัว ซึ่งเป็นข้าวที่มีโภชนาการสูงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค และเป็นที่ต้องการของตลาดข้าวเฉพาะ พันธุ์เจ้าฮ่อ พันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตอง และพันธุ์ชิวเกลี้ยง เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะต้านทานต่อโรคไหม้และปรับตัวได้ดีต่อสภาพแวดล้อม และเป็นพันธุ์แนะนำของกรมการข้าว

การเตรียมแปลงปลูก การเตรียมต้นกล้า และการปลูกและดูแลรักษา

เตรียมแปลงปลูกโดยทำการไถดะ 1 ครั้ง และตากดิน 1 อาทิตย์ จากนั้นทำการไถพรวนดินให้ละเอียดอีกครั้งในพื้นที่ปลูกทั้ง 2 แปลง ทำการเพาะกล้าข้าวทั้ง 4 พันธุ์ในถาดหลุมที่มีขนาดหลุมกว้าง 4.8 ซม. และลึก 4 ซม. ที่บรรจุด้วยพีทมอส ดูแลต้นกล้าภายในโรงเรือนปลูกพืชทดลองของศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 25 วัน ย้ายต้นกล้าลงปลูกในแปลงทดลองที่ได้ฝังตะกร้าพลาสติกกลมขนาด 20x21x8.6 ซม. (กว้างxยาวxสูง) มีระยะห่างระหว่างหลุม 40x40 ซม. ด้วยวิธีตะกร้าซึ่งดัดแปลงมาจาก Uga และคณะ (2012) การให้น้ำให้ตามระดับความชื้นที่พืชต้องการโดยการติดตั้ง Tensiometer ที่ระดับความลึก 30 และ 60 ซม. อ่านค่าระดับความชื้นที่ Tensiometer 30 ซม. เพื่อควบคุมแรงดึงความชื้นในดินให้อยู่ระหว่างจุดวิกฤตและความชื้นชลประทาน การให้ปุ๋ยเคมีให้ตามคำแนะนำของกรมการข้าว (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559) โดยให้ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 สูตร 16-20-0 อัตรา 20 กก./ไร่ เมื่อย้ายปลูกไปแล้ว 10 วัน และครั้งที่ 2 สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ เมื่อต้นข้าวเริ่มตั้งท้อง และกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการถอนและถาง

การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลรากจำนวน 2 ครั้ง คือ ระยะแตกกอ (tillering stage) และระยะตั้งท้อง (booting stage) โดยการขุดรากและนำมาล้างดินรอบตะกร้าให้สะอาดอย่างระมัดระวัง (**Figure 1A** และ **1B**) จากนั้นเก็บข้อมูลรากโดยกำหนดมุมการเจริญของรากที่ผ่านรูตะกร้าตามวิธีของ Uga และคณะ (2012) (**Figure 1C**) นับจำนวนรากตื้นระดับความลึกจากขอบตะกร้าทำมุมที่ระดับ 0 ถึง 50 องศา (Shallow Root Number; SRN) จำนวนรากลึกระดับความลึก 51 ถึง 90 องศา (Deep Root Number; DRN) จำนวนรากรวม (Total Root Number; TRN) และอัตราส่วนการหยั่งรากลึก (Ratio of Deep Root Number; RDR) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS statistics 26

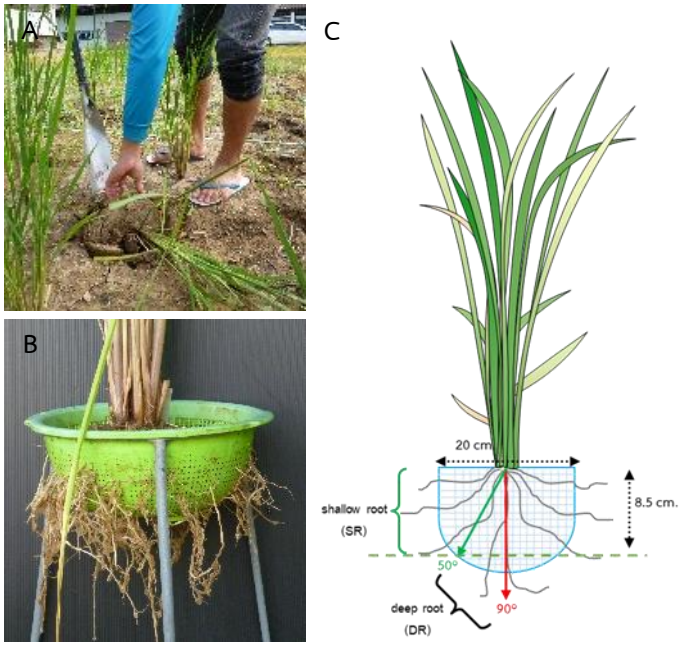

Figure 1 Evaluation of the root traits in the field by using the basket method. (A) Sampling the rice plant at tillering stage, (B) A sampled rice plant after soil removal, (C) Schematic diagram of the basket and the definition criteria of shallow and deep rooting: the horizontal angle regarding the ground surface from 0 to 50 degrees (shallow root) and 51 to 90 degrees (deep root).

การศึกษาลักษณะกายวิภาคของรากด้วยเทคนิค semi-thin section

เก็บตัวอย่างรากข้าวไร่แต่ละพันธุ์แบบสุ่มจำนวน 3 ตัวอย่าง/พันธุ์ ที่ระยะแตกกอและระยะตั้งท้อง โดยเก็บรากที่ระดับความลึกประมาณ 6-8 ซม.จากโคนต้น (**Figure 2A**) นำมารักษาสภาพด้วยน้ำยาตรึงเซลล์ด้วยสารละลาย glutaraldehyde ความเข้มข้น 2.5% (pre-fixative) ที่อุณหภูมิ 4 ºC นานข้ามคืน จากนั้นล้างตัวอย่างรากด้วยสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียม-โพแทสเซียมฟอสเฟต (Na-K phosphate buffer, pH 7.2) จำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที และตามด้วยสารละลาย osmium tetroxide ความเข้มข้น 1% (post-fixative) ที่อุณหภูมิ 4 ºC นาน 1 ชั่วโมง และล้างด้วยน้ำกลั่น จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นทำการดึงน้ำออกจากเซลล์เนื้อเยื่อด้วยเอทานอล ความเข้มข้น 30 50 70 80 90 และ 100% (2 ครั้ง) ครั้งละ 10 นาที ตามลำดับ ต่อมาแทนที่เอทานอลในเนื้อเยื่อด้วยสาร n-butyl glycidyl ether นาน 1 ชั่วโมง และฝังชิ้นเนื้อเยื่อตัวอย่างในพลาสติกผสมสูตร Dr. Spurr's และนำบล็อคชิ้นตัวอย่างที่อยู่ในสารละลายพลาสติกผสมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 65 ºC นานข้ามคืน จากนั้นนำบล็อคพลาสติกที่มีเนื้อเยื่อมาตัดด้วยเครื่อง ultra-microtome รุ่น Leica Ultracut UCT-GA-D/E-1/100 ของศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ความหนา 250 µm และย้อมสีตัวอย่างด้วยสารละลาย Toluidine Blue O ความเข้มข้น 3% นำชิ้นตัวอย่างที่ได้ไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรุ่น CX31; Olympus ของศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก (root diameter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสตีล (stele diameter) นับจำนวนท่อน้ำ (number of metaxylem) และหาพื้นที่เฉลี่ยของขนาดท่อน้ำ (average area of metaxylem) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS statistics 26

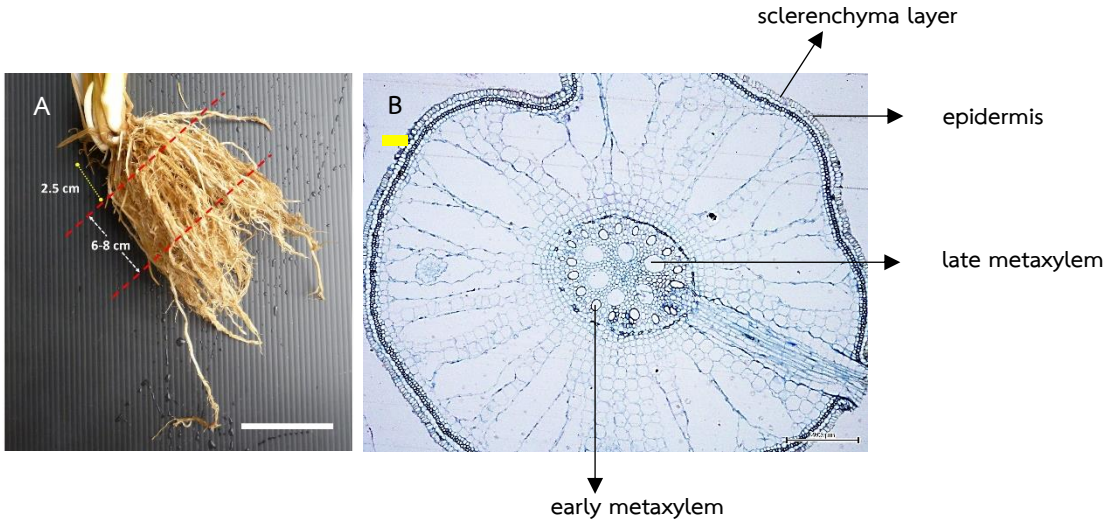

Figure 2 Sampling of a root for anatomical analysis. (A) A root sample was collected from in the lower part of root-shoot junction zone for anatomy observation, (B) An optical micrograph of a transverse section of a root sample. Scale bar on root image in (A) = 10 cm, (B) 200 µm.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

อิทธิพลของเนื้อดินและพันธุ์ข้าว และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์กับชนิดดินต่อการประเมินลักษณะราก

จากการประเมินลักษณะรากข้าวไร่จำนวน 4 พันธุ์ ภายใต้การปลูกในสภาพดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทรายพบว่า ที่ระยะแตกกอพันธุ์ข้าวและเนื้อดินมีผลกระทบต่อลักษณะรากที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Table 1a**) โดยข้าวไร่ที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทรายมีจำนวนรากตื้น (SRN) จำนวนรากลึก (DRN) และจำนวนรากรวม (TRN) มากกว่าข้าวไร่ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว (19.92 53.42 และ 73.33 รากตามลำดับ) และปัจจัยด้านพันธุ์มีผลกระทบต่อจำนวนรากลึกและจำนวนรากรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินปลูกกับพันธุ์ข้าวมีผลกระทบต่อจำนวนรากตื้น จำนวนรากลึก และจำนวนรากรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยข้าวไร่พันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตองที่ปลูกภายใต้สภาพดินร่วนปนทราย พบว่ามีจำนวนรากตื้น (29.00 ราก) จำนวนรากลึก (93.00 ราก) และจำนวนรากรวม (122.00 ราก) มากที่สุด (**Table 2a**) และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างพันธุ์ข้าวไร่ที่ปลูกภายใต้สภาพเนื้อดินทั้งสองชนิดพบว่า ข้าวไร่พันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตอง พันธุ์ลืมผัว และพันธุ์เจ้าฮ่อที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทรายมีจำนวนรากลึกและจำนวนรากรวมมากกว่าเมื่อปลูกในสภาพดินร่วนเหนียว จะเห็นได้ว่าข้าวไร่ทั้ง 3 พันธุ์ที่มีจำนวนรากลึกและรากรวมสูงเมื่อปลูกอยู่ในสภาพดินร่วนปนทรายนั้น เป็นผลเนื่องมาจากคุณสมบัติของดินร่วนปนทรายในการอุ้มน้ำได้ไม่ดีทำให้น้ำในดินมีการระเหยเร็วและง่ายกว่าดินร่วนเหนียว ซึ่งการที่ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีจำนวนรากลึกและรากรวมสูงกว่าเมื่อปลูกในสภาพดินร่วนปนทรายแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพันธุ์ข้าวในการสร้างระบบราก และแสดงถึงความสามารถในปรับตัวหากข้าวอยู่ในสภาวะแล้ง โดยระบบรากลึกสัมพันธ์กับความสามารถในการดูดน้ำใต้ดินซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะทนแล้งหรือการปลูกข้าวในระบบการทำนาแบบประหยัดน้ำ (Wu and Cheng, 2014) นอกจากนี้ Pantuwan et al., 1996 รายงานไว้ว่าข้าวที่มีระบบรากลึกเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งรากลึกดังกล่าวจะสามารถแทรกตัวลงในดินได้ลึกเพื่อดูดน้ำและธาตุอาหารได้ดีกว่าข้าวที่มีระบบรากตื้น และ Uga et al., 2009 และ Gowda et al., 2011 รายงานว่าจำนวนรากสามารถแสดงถึงศักยภาพในการสร้างระบบราก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของจำนวนรากตื้น จำนวนรากลึก และจำนวนรากรวมในพันธุ์ชิวเกลี้ยงที่ปลูกในสภาพดินทั้งสองชนิด (**Table 2a**) นอกจากนี้อัตราส่วนการหยั่งรากลึกของข้าวไร่ทั้ง 4 พันธุ์ที่ปลูกภายใต้สภาพดินทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน (**Table 1a**) ในการเก็บข้อมูลรากข้าวที่ระยะตั้งท้องพบว่า ปัจจัยด้านพันธุ์ เนื้อดิน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินและพันธุ์ข้าวมีผลต่อจำนวนรากลึกและจำนวนรากรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ข้าวไร่ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายมีจำนวนรากลึก 65.15 ราก และจำนวนรากรวม 86.85 ราก ซึ่งสูงกว่าข้าวไร่ที่ปลูกภายใต้สภาพดินร่วน

เหนียวซึ่งมีจำนวนรากลึก 32.46 ราก และจำนวนรากรวม 55.85 ราก (**Table 1b**) โดยพันธุ์ที่มีจำนวนรากลึกสูงสุดคือ พันธุ์เจ้าฮ่อ (82.50 ราก) และพันธุ์ที่มีจำนวนรากรวมสูงสุดคือ พันธุ์ลืมผัว (109.67 ราก) รองลงมาคือ พันธุ์เจ้าฮ่อ (100.75 ราก) (**Table 2b**) นอกจากนี้ปัจจัยด้านพันธุ์ข้าวเพียงปัจจัยเดียวที่มีผลต่อจำนวนรากตื้น ในขณะที่ปัจจัยด้านเนื้อดินปลูกมีผลกระทบต่ออัตราส่วนการหยั่งรากลึกเพียงลักษณะเดียว (**Table 1b**) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแทรกตัวในดินของรากข้าวนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม โดยพันธุกรรมของพืชเป็นตัวกำหนดรูปแบบของราก ในขณะที่ชนิดดินจะมีผลกระทบต่อลักษณะการเจริญของราก (Slaton et al., 1990) รูปแบบและลักษณะการเจริญของรากที่แทรกตัวในดินเป็นลักษณะทางปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายตัวร่วมกับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมรวมถึงระยะการเจริญเติบโตของพืช (Abe and Morita, 1994, Ramalingam et al., 2017) และความสามารถในการเจริญเติบโตและทิศทางของการแพร่กระจายของระบบรากผันแปรตามพันธุกรรม (Kato et al., 2007)

อิทธิผลของพันธุ์ เนื้อดิน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และชนิดดินต่อลักษณะกายวิภาคของราก

ผลการศึกษาลักษณะกายวิภาคของรากข้าวไร่ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงพบว่า ที่ระยะแตกกอปัจจัยด้านพันธุ์ปัจจัยเดียวมีผลต่อลักษณะกายวิภาคของราก กล่าวคือ พันธุ์มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสตีลและจำนวนท่อน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Table 3a**) โดยพันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตอง พันธุ์เจ้าฮ่อ และพันธุ์ลืมผัวมีขนาดเท่ากับ 412.88 401.22 และ 377.69 ไมครอนตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ชิวเกลี้ยงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสตีลน้อยที่สุดคือ 285.58 ไมครอน ในส่วนของจำนวนท่อน้ำพบว่า พันธุ์เจ้าฮ่อมีจำนวนท่อน้ำมากที่สุดคือ 8.67 ท่อ รองลงมาคือพันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตองและพันธุ์ลืมผัวเท่ากับ 7.33 และ 7.00 ท่อ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ชิวเกลี้ยงมีจำนวนท่อน้ำน้อยกว่าพันธุ์อื่นคือ 5.67 ท่อ (**Table 3a**) มีรายงานว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสตีลของรากข้าวนั้นมีผลต่อความแข็งแรงของรากที่จะเป็นตัวกำหนดความต้านทานของแรงดึงรากที่รากจะสามารถแทรกตัวลงไปในดินที่แห้งได้ดีหากมีขนาดสตีลใหญ่ รวมถึงขนาดและจำนวนของท่อน้ำที่จะส่งผลต่อการลำเลียงน้ำหากท่อน้ำหนาขึ้น และส่งผลต่อการกักเก็บหรือดูดซึมน้ำใต้ดินได้ดีขึ้น (De Bauw et al., 2019) นอกจากนี้พบว่าปัจจัยด้านเนื้อดิน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินและพันธุ์ไม่มีผลกระทบต่อลักษณะกายวิภาคของราก (**Table 3a**) ส่วนที่ระยะข้าวตั้งท้องพบว่า พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และเนื้อดินมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Table 3b**) โดยพบว่าพันธุ์ลืมผัวที่ปลูกในสภาพเนื้อดินร่วนเหนียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากใหญ่ที่สุดคือ 1,471.83 ไมครอน ในขณะที่พันธุ์ชิวเกลี้ยงที่ปลูกในสภาพเนื้อดินร่วนปนทรายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากเล็กที่สุดคือ 961.16 ไมครอน (**Table 4**) ซึ่งเป็นไปได้ว่าความชื้นในดินมีผลต่อขนาดรากได้ โดย De Bauw et al., 2019 รายงานว่าในสภาวะที่ดินมีน้ำน้อยหรือมีความชื้นต่ำขนาดรากจะมีขนาดเล็กลง นอกจากนี้ปัจจัยด้านพันธุ์ยังมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสตีลอย่างมีนัยสำคัญ แต่เนื้อดินปลูกไม่มีผลกระทบต่อลักษณะกายวิภาคราก ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าลักษณะกายวิภาคของรากข้าวถูกควบคุมด้วยพันธุกรรม

Table 1 Means of Shallow Root Number (SRN), Deep Root Number (DRN), Total Root Number (TRN), and Ratio of Deep Root Number (%DRN/TRN) at tillering and booting stages of the four rice varieties

(a) Tillering stage

Treatment	SRN	DRN	TRN	%DRN/TRN
Soil Texture (A)				
Sandy loam	19.92 [a]	53.42 [a]	73.33 [a]	72.03
Clay loam	12.88 [b]	26.65 [b]	39.53 [b]	68.37
Varieties (B)				
Leum Pua	18.17	39.50 [b]	57.67 [ab]	70.83
Jow Haw	14.75	37.50 [b]	52.25 [b]	70.69
Sew Gliang	13.33	22.00 [c]	35.33 [c]	63.81
Jow Lisaw San-pah-tawng	16.67	47.22 [a]	64.00 [a]	72.60
A	*	**	**	ns
B	ns	**	**	ns
A x B	**	**	**	ns
CV (%)	39.31	14.65	17.75	14.51

(b) Booting stage

Treatment	SRN	DRN	TRN	%DRN/TRN
Soil Texture (A)				
Sandy loam	20.46	65.15 [a]	86.85 [a]	74.42 [a]
Clay loam	23.38	32.46 [b]	55.85 [b]	58.58 [b]
Varieties (B)				
Leum Pua	28.14 [a]	52.57 [b]	80.71 [a]	63.28
Jow Haw	19.42 [bc]	60.57 [a]	80.00 [a]	72.96
Sew Gliang	15.50 [c]	27.83 [c]	43.33 [b]	64.80
Jow Lisaw San-pah-tawng	24.00 [ab]	51.67 [b]	78.33 [a]	64.43
A	ns	**	**	**
B	**	**	**	ns
A x B	ns	**	**	ns
CV (%)	28.46	13.66	12.33	12.39

Note: The same letter(s) in each column means no significant difference at $p<0.05$ by DMRT, ns=not significant at $p<0.05$, and *, ** indicates a significant difference at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

Table 2 Interaction of two types of soil texture and four rice varieties on means of Shallow Root Number (SRN), Deep Root Number (DRN), and Total Root Number (TRN) at the tillering stage and Deep Root Number (DRN) and Total Root Number (TRN) at the booting stage

(a) Tillering stage

Parameter	rice varieties (B)	Soil Texture (A)		**Average**
		Sandy loam	*Clay loam*	
SRN	Leum Pua	24.67 ^{b}	11.67 ^{c}	18.17
	Jow Haw	15.33 ^{bc}	14.40 ^{bc}	14.75
	Sew Gliang	10.67 ^{c}	16.00 ^{bc}	13.33
	Jow Lisaw San-pah-tawng	29.00 ^{a}	10.67 ^{c}	16.67
	Average	19.92 ^{A}	12.88 ^{B}	
DRN	Leum Pua	47.33 ^{b}	31.67 ^{c}	39.50 ^{B}
	Jow Haw	54.00 ^{b}	27.60 ^{cd}	37.50 ^{B}
	Sew Gliang	19.33 ^{d}	24.67 ^{cd}	22.00 ^{C}
	Jow Lisaw San-pah-tawng	93.00 ^{a}	24.33 ^{cd}	47.22 ^{A}
	Average	53.42 ^{A}	26.65 ^{B}	
TRN	Leum Pua	72.00 ^{b}	43.33 ^{c}	57.67 ^{AB}
	Jow Haw	69.33 ^{b}	42.00 ^{c}	52.25 ^{B}
	Sew Gliang	30.00 ^{c}	40.67 ^{c}	35.33 ^{C}
	Jow Lisaw San-pah-tawng	122.00 ^{a}	35.00 ^{c}	64.00 ^{A}
	Average	73.33 ^{A}	39.53 ^{B}	

(b) Booting stage

Parameter	rice varieties (B)	Soil Texture (A)		**Average**
		Sandy loam	*Clay loam*	
DRN	Leum Pua	77.00 ^{b}	34.25 ^{c}	52.57 ^{B}
	Jow Haw	82.50 ^{a}	31.33 ^{c}	60.57 ^{A}
	Sew Gliang	28.00 ^{c}	27.67 ^{c}	27.83 ^{C}
	Jow Lisaw San-pah-tawng	67.33 ^{b}	36.00 ^{c}	51.67 ^{B}
	Average	65.15 ^{A}	32.46 ^{B}	
TRN	Leum Pua	109.67 ^{a}	59.00 ^{cd}	80.71 ^{A}
	Jow Haw	100.75 ^{ab}	52.33 ^{cde}	80.00 ^{A}
	Sew Gliang	41.33 ^{e}	45.33 ^{de}	43.33 ^{B}
	Jow Lisaw San-pah-tawng	91.00 ^{b}	65.67 ^{c}	78.33 ^{A}
	Average	86.85 ^{A}	55.85 ^{B}	

Means followed by different letters within soil textures in each parameter are significantly different at the 0.05 level.

Table 3 Means of Root Diameter, Stele Diameter, Number of Metaxylem, and Average of Metaxylem Area at the tillering and booting stages of the four rice varieties.

(a) Tillering stage

Treatment	Root diameter (μm)	Stele Diameter (μm)	Number of metaxylem	Average area of metaxylem (μm^2)
Soil Texture (A)				
Sandy loam	1,272.58	392.31	7.83	3,089.36
Clay loam	1,257.94	346.47	6.50	2,468.95
Varieties (B)				
Leum Pua	1,355.80	377.69 ^{a}	7.00 ^{ab}	2,555.17
Jow Haw	1,353.82	401.42 ^{a}	8.67 ^{a}	2,880.65
Sew Gliang	1,093.74	285.58 ^{b}	5.67 ^{b}	2,325.13
Jow Lisaw San-pah-tawng	1,257.67	412.88 ^{a}	7.33 ^{ab}	3,355.67
A	ns	ns	ns	ns
B	ns	**	*	ns
A x B	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.35	16.43	22.25	35.24

(b) Booting stage

Treatment	Root diameter (μm)	Stele Diameter (μm)	Number of metaxylem	Average area of metaxylem (μm^2)
Soil Texture (A)				
Sandy loam	1,148.80	342.89	5.92	2,896.59
Clay loam	1,240.74	314.80	6.17	2,621.24
Varieties (B)				
Leum Pua	1,327.83 ^{a}	411.29 ^{a}	6.00	3,206.15
Jow Haw	1,214.58 ^{ab}	303.18 ^{b}	5.83	2,714.98
Sew Gliang	1,115.83 ^{b}	294.00 ^{b}	6.00	2,350.60
Jow Lisaw San-pah-tawng	1,120.83 ^{b}	306.91 ^{b}	6.33	2,763.91
A	ns	ns	ns	ns
B	*	*	ns	ns
A x B	*	ns	ns	ns
CV (%)	10.92	20.39	21.10	22.43

Note: The same letter (s) in each column means no significant difference at $p<0.05$ by DMRT, ns=not significant at $p<0.05$, and *, ** indicates significant difference at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

Table 4 Interaction of the two types of soil texture and the four rice varieties on the means of Root Diameter at the booting stage.

(b) Booting stage

Parameter	rice varieties (B)	Soil Texture (A)		Average
		Sandy loam	*Clay loam*	
Root diameter (μm)	Leum Pua	1,183.83 ^{bc}	1,471.83 ^{a}	1,327.83 ^{A}
	Jow Haw	1,350.33 ^{ab}	1,123.83 ^{bc}	1,214.58 ^{AB}
	Sew Gliang	961.16 ^{c}	1,270.50 ^{ab}	1,115.83 ^{B}
	Jow Lisaw San-pah-tawng	1,144.89 ^{bc}	1,096.78 ^{bc}	1,120.83 ^{B}
	Average	1,148.80	1,240.74	

Means followed by different letters within soil textures for each parameter are significantly different at the 0.05 level.

สรุป

จากการศึกษาลักษณะรากและลักษณะกายวิภาคของรากข้าวพันธุ์ลืมผัว พันธุ์เจ้าฮ่อ และพันธุ์ลีซอ มีจำนวนรากติ้น จำนวนรากลึกและจำนวนรากรวมมากกว่าพันธุ์ชิวเกลี้ยง รวมถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสตีล และพื้นที่ท่อน้ำของพันธุ์ลืมผัว พันธุ์เจ้าฮ่อ และพันธุ์ลีซอ มีมากกว่าพันธุ์ชิวเกลี้ยง ซึ่งลักษณะรากลึกบ่งบอกถึงศักยภาพในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุในดินได้ดีเมื่อพืชกระทบแล้ง ดังนั้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าข้าวไร่พันธุ์ลืมผัว พันธุ์เจ้าฮ่อ และพันธุ์เจ้าลีซอสันป่าตองเหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ที่มีเนื้อดินร่วนปนทรายหรือนาไร่ ส่วนพันธุ์ชิวเกลี้ยงสามารถปลูกได้ทั้งในเนื้อดินร่วนปนทรายและเนื้อดินร่วนเหนียวหรือนาสวน เนื่องจากลักษณะรากของพันธุ์ชิวเกลี้ยงไม่แตกต่างกันเมื่อปลูกภายใต้สภาพเนื้อดินทั้งสองชนิด นอกจากนี้การที่ข้าวไร่มีลักษณะของรากลึกบ่งบอกถึงศักยภาพในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุในดินได้ดีเมื่อพืชกระทบแล้ง ดังนั้นในปีที่มีน้ำชลประทานอยู่อย่างจำกัดเกษตรกรยังคงสามารถปลูกข้าวได้ โดยการหันมาปลูกข้าวไร่ทดแทนการปลูกข้าวนาสวนซึ่งมีการใช้น้ำชลประทานมากกว่า เนื่องจากข้าวไร่มีลักษณะรากลึกดีทำให้สามารถหาน้ำในดินได้ดี ซึ่งช่วยให้ใช้น้ำชลประทานในปริมาณน้อยลง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนสำหรับการสนับสนุนงบวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และ รศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย ในการอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่เพื่อการทดลอง ขอขอบคุณคุณยุพิน ศรีหิรัญต์ และคุณอภินันท์ สนอ่อง สำหรับการเก็บและเตรียมตัวอย่างสำหรับศึกษาลักษณะกายวิภาคของราก และขอขอบคุณคุณพิทวัส วิชัยดิษฐ สำหรับกราฟฟิกรูปต้นข้าวที่ให้ใช้ประกอบในบทความ

เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว เวอร์ชั่น 3.0. แหล่งข้อมูล: http://www.ricethailand.go.th/rkb3.pdf. ค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2559.

จักรกฤช ศรีละออ, ปุณณดา ทะรังศรี และ วีระพงษ์ อินทร์ทอง. การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสมสำหรับเพาะปลูกในพื้นที่ราบของจังหวัดพิษณุโลก. แก่นเกษตร. 48(ฉบับพิเศษ 1): 459-464.

จรัญจิต เพ็งรัตน์, สุวัฒน์ เจียระคงมั่น, อัฒพล สุวรรณวงศ์, พิศาล กองหาโคตร, กิจตพงษ์ เพ็งรัตน์, สุขวิทยา ภาโสภะ, สมใจ สาลีโท, วีระศักดิ์ หอมสมบัติ, กฤษณา สุดทะสาร, พรรณี จิตตา, สุพัฒนา บุรีรัตน์ และวิไลลักษณ์ สุขปราการ. 2556. พญาลืมแกง: มหัศจรรย์ข้าวพื้นเมืองไทย. น. 72-90 ใน: การประชุมวิชาการข้าวธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 30 5-7 มิถุนายน 2556, กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ ธนเดโชพล, วิภพ ทีมสุวรรณ, เลอบุญ อุดมทรัพย์, วงศ์พันธ์ วงศ์สมุทร และอุทัยวุฒิ ชำนาญแก้ว. 2563. การวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2563. น. 287-308. ใน: การประชุมวิชาการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 13 31 กรกฎาคม 2563. สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน ปากเกร็ด, นนทบุรี.

ประดับพันธ์ เจริญการ, ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย, ปุณยวีร์ เดชครอง และจักกริช พฤษการ. 2562. การประยุกต์ใช้ระบบชลประทานสมัยใหม่ร่วมกับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อการผลิตข้าว. น. 87-96 ใน: การประชุมวิชาการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 12 31 กรกฎาคม 2562. สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน ปากเกร็ด, นนทบุรี.

พัณณ์ชิตา เวชสาร, ปฐมพงษ์ แสงวิไล, Jonaliza L. Siangliw, Ishan Ajmera, Amelia Henry, จิรพงศ์ ใจรินทร์, อนุชาติ คชสถิต, ยศวริศ พันธุ์เสนีย์, กัญญารัตน์ หวังสุข, บุญรัตน์ จงดี, วราพงษ์ ชมาฤกษ์, Kathleen Brown7, Malcolm Bennett, Leah Band และ Jonathan Lynch. 2562. ลักษณะทางสรีระและสัณฐานวิทยาของรากข้าวที่ช่วยในการทนแล้ง. น. 66-73. ใน: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 36 13 พฤษภาคม 2562. กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, นครศรีธรรมราช.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกลางของประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: http://e-library.ldd.go.th/library/flip/bib2062f/bib2062f.html#p=1. ค้นเมื่อ 5 กันยายน 2564.

Abe, J., and S. Morita. 1994. Growth direction of nodal roots in rice: Its variation and contribution to root system formation. Plant and Soil. 165: 333-337.

Bouman, B.A.M., S. Peng, A.R. Castaneda, and R.M. Visperas. 2005 Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice, systems. Agricultural Water Management. 74 (2): 87–105.

Coudert, Y., C. Périn, B. Courtois, N.G. Khong, and P. Gantet. 2010. Genetic control of root development in rice, the model cereal. Trend in Plant Science. 15(4): 219-226.

De Bauw, P., E. Vandamme, A. Lupembe, L. Mwakasege, K. Senthikumar, K.N. Dramé, and R. Merckx. 2019. Anatomical root responses of rice to combined phosphorus and water stress-relations to tolerance and breeding opportunities. Functional Plant Biology. 46: 1009-1022.

Fukai, S., G. Pantuwan, B. Jongdee, and M. Cooper. 1999. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. Field Crops Research. 64(1-2): 61-74.

Gowda, V., R. Henrya, P.A.A. Yamauchi, H.E. Shashidharb, and R. Serraj. 2011. Root biology and genetic improvement for drought avoidance in rice. Field Crops Research. 122: 1-13.

Itoh, J., K. Nonomura, K. Ikeda, S. Yamaki, Y. Inukai, H. Yamagishi, H. Kitano and Y. Nagato. 2005. Rice plant development: from zygote to spikelet. Plant and Cell Physiology. 46(1): 23-47.

Kato, Y., A. Kamoshita, J. Yamagishi, H. Imoto, and J. Abe. 2007. Growth of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars under upland conditions with difference levels of water supply3. root system development, soil moisture change and plant water status. Plant Production Science. 10(1): 3-13.

Kim, Y., Y. Chung, E. Lee, P. Tripathi, S. Heo, and K. Kim. 2020. Root Response to Drought Stress in Rice (*Oryza sativa* L.). International Journal of Molecular Sciences. 21: 1513.

Madadgar, S., A. AghaKouchak, A. Farahmand, and S.J. Davis. 2017. Probabilistic estimates of drought impacts on agricultural production. Geophysical Research Letter. 44: 7799–7807.

Pantuwan, G., K.T. Ingram, and P.K. Sharma. 1996. Rice root system development under rainfed conditions, In Physiology of Stress Tolerance in Rice. p. 198-206. In: Proceedings of the International Conference on Stress Physiology of Rice, Lucknow, U.P.

Peng, S., B. Bouman, R.M. Visperas, A. Castañeda, L. Nie, and H.-K. Park. 2006. Comparison between aerobic and flooded rice in the tropics: agronomic performance in an eight-season experiment. Field Crops Research. 96(2-3): 252–259.

Peng, S., Q. Tang, and Y. Zou. 2009. Current status and challenges of rice production in China. Plant Production Science. 12(1): 3–8.

Ramalingam, R., A. Kamoshita, V. Deshmukh, S. Yaginuma, and Y. Uga. 2017. Association between root growth angle and root length density of a near-isogenic line of IR64 rice with DEEPER ROOTING 1 under different levels of soil compaction. Plant Production Science. 20(2): 162-175.

Slaton, N.A., C.A. Beyrouty, B.R. Wells, R.J. Norman, and E.E. GBUR. 1990. Root growth and distribution of two short-season rice genotypes. Plant and Soil. 121: 269-278.

Uga, Y., K. Ebana, J. Abe, S. Morita, K. Okuno, and M. Yano. 2009. Variation in root morphology and anatomy among accessions of cultivated rice (*Oryza sativa* L.) with different genetic backgrounds. Breeding Science. 59(1): 87-93.

Uga Y. 2012. Quantitative measurement of root growth angle by using the basket method In Methodologies for root drought studies in rice. P.22-26. In H.E. Shashidhar, A. Henry and B. Hardy. Methodologies for root drought studies in rice. International Rice Research Institute.

Wu, W., and S. Cheng. 2014. Root genetic research, an opportunity and challenge to rice improvement. Field Crops Research. 165: 111-124.