ผลผลิต การแบ่งส่วน และการดูดใช้ฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินเสนา

สายชล สุขญาณกิจ[1*] และ ศานิต สวัสดิกาญจน์[1]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา
*saychol.agri@gmail.com

บทคัดย่อ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญและพัฒนาของพืช มีบทบาทในการพัฒนาของราก การติดดอกและให้ผลผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัส อีกทั้งศึกษาการแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวไร้ค้าง วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือสายพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้าง ได้แก่ KKU25 และ CLGC30 และปัจจัยรอง 2 ปัจจัย คือการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (-P) และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (+P) ที่อัตราแนะนำ 24 กก. P_2O_5/ไร่ ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสส่งผลให้ผลผลิตถั่วฝักยาวไร้ค้างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านการแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสนั้น พบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างมีการกระจายในเนื้อเยื่อส่วนฝักสูงสุด โดยมีค่าพิสัยของการกระจายอยู่ระหว่าง 46.3-50.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือส่วนใบ ราก และลำต้น ตามลำดับ ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ CLGC30 มีชีวมวลรวม 104 กรัม/ต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ KKU25 (65.7 กรัม/ต้น) นอกจากนี้ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ CLGC30 ยังมีค่าการดูดใช้ฟอสฟอรัสรวม (553 มก./ต้น) สูงกว่าพันธุ์ KKU25 ที่มีค่าการดูดใช้ฟอสฟอรัสรวม 357 มก./ต้น ขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ค่าการดูดใช้ฟอสฟอรัส (474 มก./ต้น) สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (436 มก./ต้น)

คำสำคัญ: ฟอสฟอรัส ผลผลิต การแบ่งส่วน การดูดใช้ ถั่วฝักยาวไร้ค้าง

Yield, Partitioning and Uptake of Phosphorus in Two Varieties of Dwarf Yard Long Bean Planted in Sena Soil Series

Saychol Sukyankij[1*] and Sanit Sawatdikarn[1]

[1]Department of Applied Science, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand
*saychol.agri@gmail.com

Abstract

Phosphorus (P) is an important element in growth and development of plant. It had role in root development, flower formation and production of yield. The objective of this research was to study the effect of phosphorus fertilizer on growth, yield, P uptake and partitioning of P in different parts of dwarf yard long bean. The experimental design was carried out in 2x2 factorial in CRD, which the first factor was dwarf yard long bean varieties such as KKU25 and CLGC30 and the second factor was no P fertilizer (-P) and P fertilizer at recommended rate (24 kg. P_2O_5/rai) (+P). The results showed that the application of P fertilizer was increased yield significant difference. The partitioning of P in plant found that the distribution of P had the highest value in pod tissue with the range from 46.3-50.2 percent, followed by leave, root and stem respectively. The variety of CLGC30 had total biomass (104 g/plant) higher than KKU25 (65.7 g/plant). In addition, the variety of CLGC30 had also total P uptake (553 mg/plant) higher than KKU25 (357 mg/plant) and the application of P fertilizer (474 mg/plant) provided the higher of P uptake than no P fertilizer treatment (436 mg/plant).

Keywords: Phosphorus, yield, partitioning, uptake, dwarf yard long bean

1. บทนำ

ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata* L.) เป็นพืชผักที่เป็นที่นิยมในการบริโภคทั้งในและต่างประเทศ มีลักษณะเป็นพืชที่เป็นเถาเลื้อย ดังนั้นในการปลูกจึงจำเป็นต้องมีการทำค้างเพื่อให้ถั่วสามารถยึดเกาะและเจริญเติบโตต่อไปได้ ในปัจจุบันมีการพัฒนาสายพันธุ์ถั่วฝักยาวให้สามารถปลูกได้โดยไม่จำเป็นต้องทำค้าง เช่น พันธุ์ KKU 25 และ KKU 40 เป็นต้น ที่พัฒนาพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พันธุ์ Suranaree 1 พัฒนาสายพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และพันธุ์ CLGC 30 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถั่วฝักยาวไร้ค้างเป็นพืชที่สามารถปลูกในดินได้แทบทุกชนิด ในพื้นที่ที่มีระบบการชลประทานดีอาจปลูกถั่วฝักยาวไร้ค้างเป็นพืชรองภายหลังการเก็บเกี่ยวพืชหลักในพื้นที่ไร่นาได้ [1] ถั่วฝักยาวไร้ค้างเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารเหมือนกันถั่วฝักยาวสายพันธุ์ปกติ จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำการใช้ปุ๋ยในถั่วฝักยาวในอัตรา 1:2:1 โดยอาจใช้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ [2] จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยในถั่วฝักยาวนั้นมีอัตราส่วนของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยธาตุหลักอื่น ๆ ทั้งนี้เป็นผลมาจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างดอกและติดผล นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาของรากรวมไปถึงการดูดใช้ธาตุอาหาร [3] จากรายงานของ ยงยุทธ [4] ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในพืช ได้แก่ DNA และ RNA เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่มีบทบาทในเมแทบอลิซึม เช่น กลูโคสฟอสเฟต และ ATP เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณในเซลล์ เช่น inositol 1,4,5- triphosphate และทำหน้าที่ปรับสภาพของโปรตีน เป็นต้น การที่พืชได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอจะส่งผลให้ใบพืชมีขนาดเล็ก จำนวนใบน้อย อัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยคลอโรฟิลล์ลดลง การออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดลดลง ฟอสฟอรัสเป็นธาตุในกลุ่มที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ในพืช และแหล่งที่พืชได้รับฟอสฟอรัสนั้นมาจาก 2 แหล่งคือ ฟอสฟอรัสในรูปไอออนในสารละลายดิน และจากการหมุนเวียน (remobilization) ในต้นพืชเอง [5] ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะให้ผลผลิต ฟอสฟอรัสบางส่วนในพืชจึงสามารถเคลื่อนย้ายและมาสะสมในผลผลิตได้ จากการทดลองของ Julia et al. [5] ทำการศึกษาการดูดใช้ การแบ่งส่วน และการกระจายของฟอสฟอรัสในระยะติดเมล็ดในข้าวที่ปลูกในประเทศฟิลิปปินส์พบว่า ประมาณ 40-70 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสมีการสะสมในส่วนเหนือดิน และที่ระยะเก็บเกี่ยวฟอสฟอรัสจะมีการสะสมในรวงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับปริมาณการสะสมในเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าเมื่อเข้าสู่ช่วงเจริญพันธุ์ (reproductive phase) ฟอสฟอรัสจากแหล่งต่าง ๆ ในต้นพืชจะมีการเคลื่อนย้ายมาสะสมในเมล็ดหรือในฝักเป็นหลัก เช่นเดียวกันกับ Feng et al. [6] ที่ศึกษาการแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในถั่วเหลืองภายใต้สภาพขาดน้ำและฟอสฟอรัสในประเทศจีน โดยรายงานว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวฟอสฟอรัสจะมีการสะสมในเมล็ดสูงที่สุด รองลงมาคือ ลำต้น ราก และใบตามลำดับ ขณะที่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในพืชกลุ่มถั่วฝักยาวยังมีจำกัด ดังนั้นการศึกษาถึงการแบ่งส่วนและการดูดใช้ฟอสฟอรัสในพืชกลุ่มถั่วฝักยาวจึงอาจเป็นข้อมูลที่มีส่วนสำคัญในการกำหนดอัตราหรือการพัฒนาคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยกับพืชกลุ่มนี้ต่อไป จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิต การแบ่งส่วน และการดูดใช้ฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้าง

2.2 เพื่อศึกษาการกระจายของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวไร้ค้าง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การวางแผนการทดลองและเก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินบน (Apg horizon) แบบ composite sample ที่ระดับความลึก 0-30 ซม. จากแปลงนาเกษตรกรในพื้นที่ตำบลชายนา อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งจัดอยู่ในชุดดินเสนา (Sulfic Endoaquepts) [7] จำนวน 500 กิโลกรัม โดยแบ่งตัวอย่างดินบางส่วนไปวิเคราะห์สมบัติดินพื้นฐาน ประกอบด้วย พีเอชดิน ค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ตามวิธีการของ National Soil Survey Center [8] ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยพบว่าดินที่ใช้ทดลองมีความเป็นกรดรุนแรงมาก ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ [9] ส่วนตัวอย่างดินที่เหลือนำไปทดสอบปลูกถั่วฝักยาวไร้ค้างในสภาพกระถาง โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้าง ได้แก่ KKU25 และ CLGC30 และปัจจัยรอง 2 ปัจจัย คือ ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (-P) และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำของกรมส่งเสริมการเกษตร [2] ในอัตรา 24 กก. P_2O_5/ไร่ (+P) ดำเนินการทดลองในสภาพ open air บริเวณแปลงฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา โดยชั่งตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ใส่กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. กระถางละ 8 กก. หยอดเมล็ดถั่วฝักยาวไร้ค้างจำนวน 3 เมล็ดต่อกระถาง หลังเมล็ดงอก 10 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง เมื่อถั่วอายุได้ 15 วัน ทำการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามแผนการทดลอง และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมอัตรา 12-12 กก. N-K_2O/ไร่ ในทุกทรีตเมนต์ โดยปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมใช้ในรูปของยูเรีย (46-0-0) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ตามลำดับ ด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเริ่มเก็บที่ระยะ 45 วันหลังปลูกสำหรับถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ KKU25 ส่วนพันธุ์ CLGC30 เริ่มเก็บผลผลิตได้ภายหลังปลูกแล้ว 56 วัน โดยข้อมูลที่เก็บประกอบด้วยความสูง ผลผลิตฝักสด น้ำหนักแห้งส่วนราก ลำต้น ใบ และฝัก และความเข้มข้นและการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของพืช

3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของพืช ประกอบด้วย ราก ลำต้น ใบ และฝัก ตามวิธีการของทัศนีย์ และจงรักษ์ [10] โดยย่อยสลายตัวอย่างพืชด้วยกรดผสม 3 ชนิด (tri acid mixture: HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ ในอัตราส่วน 5:1:2) สารละลายใสที่ได้นำไปวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธีเทียบสี (vanadomolybdate yellow color method) โดยวัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร [11] จากนั้นคำนวณค่าการดูดสะสมฟอสฟอรัสโดยนำค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสคูณกับน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ พืช [12]

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์โดยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 สมบัติดินเบื้องต้นที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติดิน	ค่าวิเคราะห์	การแปลผล [1/]
Soil pH reaction (1_{soil}:1_{water})	4.58	กรดรุนแรงมาก
Electrical conductivity (EC_e) (dS/m)	1.87	ไม่เค็ม
Organic matter (g/kg)	4.19	สูง
Available phosphorus (mg/kg)	9.98	ค่อนข้างต่ำ
Exchangeable potassium (mg/kg)	93.5	สูง
Exchangeable calcium (mg/kg)	1,761	ปานกลาง
Exchangeable magnesium (mg/kg)	219	ปานกลาง

[1/] อ้างอิงจาก FAO Project Staff and Land Classification Division [9]

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 การเจริญเติบโตและผลผลิต

การเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วฝักยาวไร้ค้างพิจารณาจากความสูงและน้ำหนักผลผลิตฝักสด โดยพบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสายพันธุ์และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสนั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ ($P>0.05$) ทั้งในส่วนของความสูงและผลผลิตน้ำหนักฝักสด และเมื่อพิจารณาแยกย่อยจากแต่ละปัจจัย พบว่าความสูงของถั่วฝักยาวไร้ค้างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างสายพันธุ์และการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส โดยสายพันธุ์ KKU25 มีความสูงเฉลี่ย 75.7 ซม. ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ CLGC30 ที่มีความสูงเฉลี่ย 68.8 ซม. ขณะที่การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 24 กก.P_2O_5/ไร่ มีผลให้ถั่วฝักยาวไร้ค้างมีความสูง 74.3 ซม. ซึ่งสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (70.2 ซม.) ด้านน้ำหนักผลผลิตฝักสด พบว่า การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ผลผลิตฝักสดของถั่วฝักยาวไร้ค้างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย (240 กรัม/ต้น) สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (195 กรัม/ต้น) (ตารางที่ 2) ฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในการติดดอก รวมทั้งการเจริญและพัฒนาของดอกเพื่อพัฒนาไปสู่ผล [3] ดังนั้นพืชที่ได้รับฟอสฟอรัสเพียงพอจึงส่งผลให้การเจริญและพัฒนาของดอกไปสู่การติดผลเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของผลผลิต สอดคล้องกับงานวิจัยของ Negasa et al. [13] ศึกษาการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตถั่วปากอ้าที่ปลูกในพื้นที่ทางตอนใต้ของประเทศเอธิโอเปีย พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10-40 กก. P/เฮกตาร์ให้ผลผลิตเมล็ดถั่วปากอ้าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสประมาณ 12-24 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในพืชตระกูลถั่วฟอสฟอรัสยังมีบทบาทในการพัฒนาของปมรากถั่วส่งผลให้พืชตระกูลถั่วสามารถดูดใช้ไนโตรเจนได้เพิ่มขึ้น จากรายงานของ Kouki et al. [14] ศึกษาการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตและจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนในถั่วแขกกล่าวว่า การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแขกมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์ต่อการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส

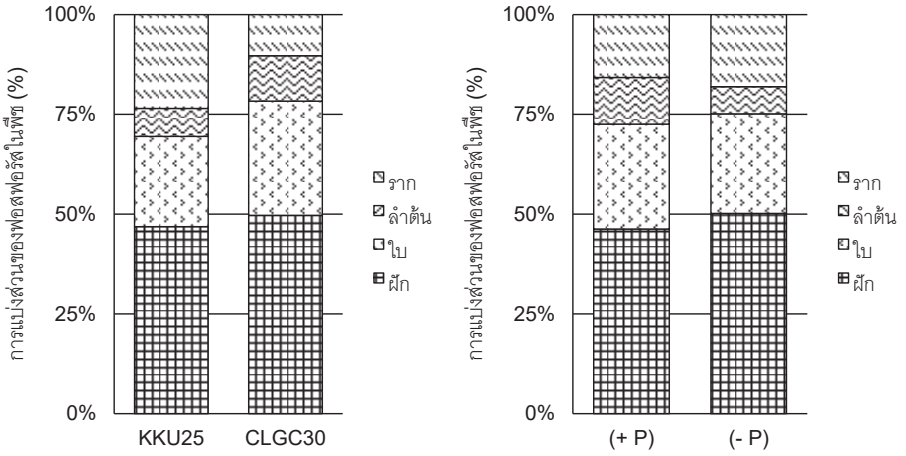
ทรีตเมนต์	สายพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้าง [1/]					
	ความสูง (ซม.)			ผลผลิตฝักสด (กรัม/ต้น)		
	KKU25	CLGC30	เฉลี่ย	KKU25	CLGC30	เฉลี่ย
ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (+P)	77.7	71.0	74.3 ^{A}	248	233	240 ^{A}
ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (-P)	73.7	66.7	70.2 ^{B}	207	182	195 ^{B}
เฉลี่ย	75.7 ^{a}	68.8 ^{b}		228	207	
F-test (สายพันธุ์)	**			ns		
F-test (+P, -P)	*			*		
F-test (ปฏิสัมพันธ์ร่วม)	ns			ns		
CV (%)	3.9			12.7		

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (^{A}, ^{B}) และแนวนอน (^{a}, ^{b}) มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT; **, * = ค่าเฉลี่ยมีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 % ตามลำดับ; ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.2 การแบ่งส่วนของฟอสฟอรัส

การแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวไร้ค้างทั้ง 2 สายพันธุ์ และการกระจายของฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างที่มีการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ภาพที่ 1) โดยถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ KKU25 มีการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนฝักสูงที่สุด (46.9 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือใบ รากและลำต้น

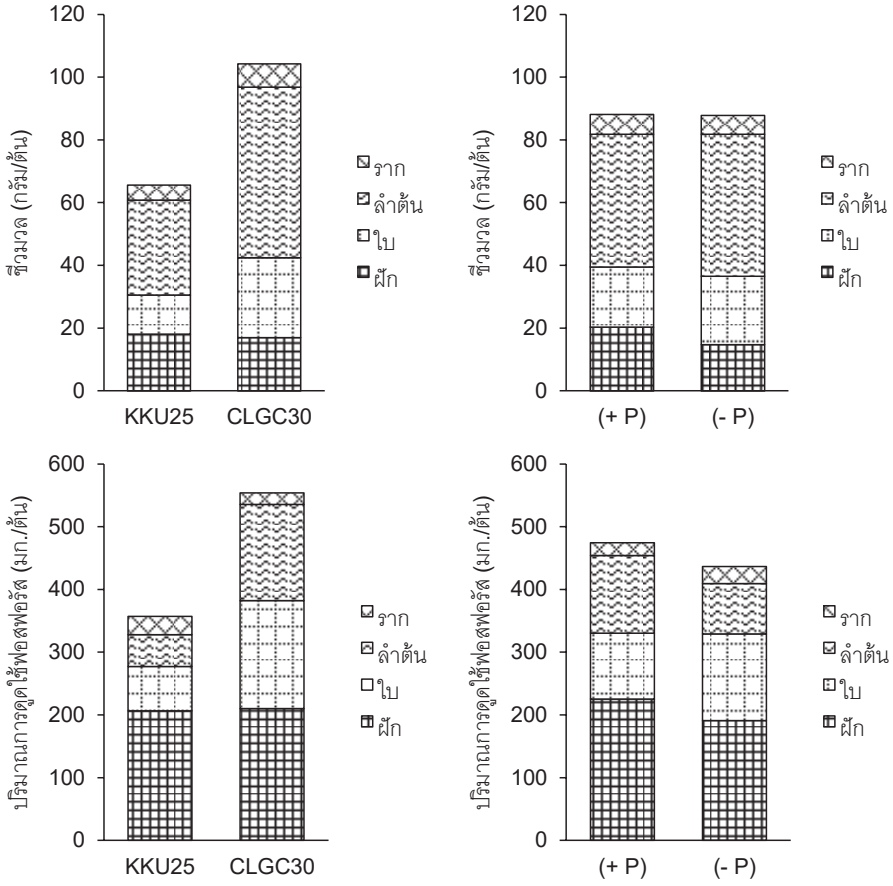
ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับพันธุ์ CLGC30 ที่มีการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนฝักสูงที่สุดเช่นกัน (49.7 เปอร์เซ็นต์) แต่แตกต่างที่การกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนลำต้นและราก โดยพันธุ์ CLGC30 พบว่ามีการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนลำต้นสูงกว่าส่วนราก (11.4 และ 10.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในส่วนของการให้ปุ๋ยและไม่ให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสนั้นพบว่า ทรีตเมนต์ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส รูปแบบการกระจายของฟอสฟอรัสมีค่าสูงสุดในส่วนฝัก (50.2 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมากกว่าทรีตเมนต์ที่มีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส (46.3 เปอร์เซ็นต์) แต่ทั้งนี้ทรีตเมนต์ดังกล่าวมีค่าการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนลำต้นและใบ (26.3 และ 11.6 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส (24.9 และ 6.8 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ในพืช [4] ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ช่วงระยะที่ฝักพัฒนาสมบูรณ์ (ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต) ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ในพืชจะมีการเคลื่อนย้ายมาสะสมในส่วนฝัก จึงเป็นผลให้การกระจายของฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ในถั่วฝักยาวไร้ค้างมาอยู่ในเนื้อเยื่อส่วนฝัก (ภาพที่ 1) ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Feng et al [6]; Julia et al. [5]; Mazlouzi et al. [15] นอกจากนี้จากรายงานของ Mazlouzi et al. [15] ซึ่งศึกษาการดูดใช้และการแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในข้าวสาลีสองสายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ของข้าวสาลีมีอิทธิพลต่อการแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชแต่ละส่วน โดยสายพันธุ์ที่มีสัดส่วนของส่วนเหนือดินต่อรากสูง (shoot: root ratio) จะมีการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนผลหรือเมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีสัดส่วนส่วนเหนือดินต่อรากต่ำ



ภาพที่ 1 การแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์

4.3 การสะสมน้ำหนักแห้งและการดูดใช้ฟอสฟอรัส

ภาพที่ 2 แสดงค่าชีวมวลและปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์ โดยพบว่าถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ CLGC30 มีค่าชีวมวลรวม (104 กรัม/ต้น) สูงกว่าพันธุ์ KKU25 (66 กรัม/ต้น) เมื่อพิจารณาการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ค่าชีวมวล (88 กรัม/ต้น) ใกล้เคียงกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (87 กรัม/ต้น) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการสะสมน้ำหนักแห้งของถั่วฝักยาวไร้ค้างส่วนใหญ่จะมีการสะสมในส่วนลำต้นเป็นหลัก ส่วนในรากมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด ด้านปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสพบว่า ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ CLGC30 มีค่าการดูดใช้ฟอสฟอรัสรวม 557 มก./ต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ KKU25 ที่มีค่าการดูดใช้ฟอสฟอรัสรวม 357 มก./ต้น ขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้การดูดใช้ฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้าง (474 มก./ต้น) เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเล็กน้อย (436 มก./ต้น) สำหรับการดูดใช้ฟอสฟอรัสในพืชส่วนใหญ่มีการสะสมในเนื้อเยื่อพืชส่วนฝัก ขณะที่เนื้อเยื่อส่วนลำต้นและส่วนใบมีปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน และส่วนรากเป็นเนื้อเยื่อที่มีการสะสมของฟอสฟอรัสต่ำที่สุด



ภาพที่ 2 ชีวมวลและปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์

จากการศึกษาพบว่าสายพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้างมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งและการดูดใช้ฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชส่วนต่าง ๆ อย่างชัดเจน (ภาพที่ 2) ทั้งนี้การกระจายของน้ำหนักแห้งส่วนใหญ่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชส่วนลำต้นซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Julia et al. [5] ที่ทดสอบการเจริญของข้าวในระยะหลังออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวต่อการแบ่งส่วนและการดูดใช้ฟอสฟอรัสโดยเป็นการปลูกในระบบไฮโดรโปรนิกส์พบว่า การกระจายของน้ำหนักแห้งส่วนใหญ่อยู่ในเนื้อเยื่อส่วนลำต้นรองลงมาคือเนื้อเยื่อส่วนเมล็ด ขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งของเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ในพืชไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากชุดดินเสนาที่ใช้เป็นดินตัวแทนในการทำการทดลองครั้งนี้เป็นดินที่จัดอยู่ในกลุ่มดินกรดกำมะถัน ซึ่งดินกลุ่มนี้มีความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสสูง [16] จากรายงานของ Roberts and Johnston [17] ระบุว่าเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงดินจะเกิดการเปลี่ยนรูปของฟอสฟอรัสซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม และมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ทันที จากเหตุผลที่กล่าวมาอาจสรุปได้ว่า เนื่องจากดินที่ใช้ในการทำการทดลองมีความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสสูง ทำให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นปริมาณชีวมวลของถั่วฝักยาวไร้ค้างในทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงมีค่าไม่แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ในส่วนของการดูดใช้ฟอสฟอรัสพบว่าเนื้อเยื่อส่วนฝักมีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสสูงที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Feng et al. [6] โดยพบว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองจะมีการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเมล็ดสูงกว่าเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ และปริมาณการสะสมจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงขึ้นตามลำดับ ขณะที่ Mazlouzi et al. [15] รายงานว่าข้าวสาลีที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสจะมีสัดส่วนการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในเนื้อเยื่อส่วนเมล็ดมากกว่าการปลูกในดินที่ได้รับฟอสฟอรัสเพียงพอ ทั้งนี้เป็นผลมาจากในภาวะที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสพืชจะมี

กระบวนการ remobilization และ re-translocation ของธาตุอาหารดังกล่าวจากเนื้อเยื่อพืชส่วนต่าง ๆ ไปสะสมในเมล็ดมากกว่าพืชที่ปลูกในสภาพที่ได้รับธาตุอาหารปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ (ภาพที่ 1) แต่หากพิจารณาจากปริมาณการดูดใช้ต่อต้นจะพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้พืชที่ปลูกมีปริมาณการสะสมของธาตุดังกล่าวสูงกว่าพืชที่ปลูกโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานของ Julia et al. [5] และ Mazlouzi et al. [15]

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสของถั่วฝักยาวไร้ค้างสองสายพันธุ์สามารถสรุปได้ว่า

1) ถั่วฝักยาวไร้ค้างทั้งสองสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส โดยการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราแนะนำ (24 กก. P_2O_5/ไร่) ทำให้ถั่วฝักยาวไร้ค้างมีผลผลิตฝักสดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างชัดเจน

2) การแบ่งส่วนของฟอสฟอรัสในพืชนั้นพบว่ามีการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนฝักประมาณ 46-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับเนื้อเยื่อพืชส่วนอื่น ๆ ขณะที่การสะสมน้ำหนักแห้งนั้นพบมากในส่วนลำต้น

3) การดูดใช้ฟอสฟอรัสในถั่วฝักยาวไร้ค้างพบมากในเนื้อเยื่อส่วนฝัก โดยพันธุ์ CLGC30 มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งและการดูกใช้ฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชสูงกว่าสายพันธุ์ KKU25 ขณะที่การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งและฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชใกล้เคียงกัน

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อผลผลิตของถั่วฝักยาวไร้ค้าง ขณะที่สายพันธุ์ของถั่วฝักยาวไร้ค้างนั้นพบว่าพันธุ์ KKU25 มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ CLGC30 ทั้งนี้งานทดลองนี้เป็นการทดสอบในสภาพกระถางและใช้ตัวอย่างดินในการทดสอบเพียง 1 ชุดดิน ขณะที่อัตราการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีเพียง 1 อัตราเท่านั้น จึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีความเหมาะสมที่แท้จริงควรเป็นเท่าใด การต่อยอดงานวิจัยอาจมีการทดสอบโดยเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้มีความหลากหลายมากขึ้นและทดสอบในพื้นที่มากกว่า 1 พื้นที่ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แน่ชัดถึงอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วฝักยาวไร้ค้างในแต่ละพื้นที่

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานทดลอง

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สายชล สุขญาณกิจ, ภาณุพงศ์ ฤกษ์ยานีย์, ชลรดา ชาวคำเขตร์ และธนภัทร ปลื้มพวก. (2563). ผลของการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารในถั่วฝักยาวไร้ค้าง. **วารสารเกษตร** 36 (1), 135-144.

[2] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). **คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร: ถั่วฝักยาว.** คณะทำงานจัดทำข้อมูลความต้องการของพืช, สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. กรุงเทพ ฯ.

[3] Mullen, C.L. and R.L. Gammie. (2003). **Phosphorus nutrition for winter crops**. Department of Primary Industries, NSW Agriculture.

[4] ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. **ธาตุอาหารพืช.** (พิมพ์ครั้งที่ 4), กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] Julia, C., M. Wissuwa, T. Kretzschmar, K. Jeong and T. Rose. (2016). Phosphorus uptake, partitioning and redistribution during grain filling in rice. **Annals of Botany** 118, 1151–1162.

[6] Feng, Y.Y., J. He, Y. Jin and F.M. Li. (2021). High phosphorus acquisition and allocation strategy is associated with soybean seed yield under water- and P-limited conditions. **Agronomy,** 11, 574. https://doi.org/10.3390/agronomy11030574

[7] กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. (2562). **แผนที่ชุดดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. แหล่งข้อมูล: http://oss101.ldd.go. th/web_thaisoilinf/central/Ayutthaya/ay_map/ay_series/ay_series58.html, ค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2562.

[8] National Soil Survey Center. (1996). **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

[9] FAO Project Staff and Land Classification Division. (1973). **Soil Interpretation Handbook for Thailand.** Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperative, Bangkok.

[10] ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. (2542). **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[11] Murphy, J., and J.P. Riley. (1962). A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta** 27, 31-36.

[12] Akinrinde, E.A., and T. Gaizer. (2006). Differences in the performance and phosphorus use efficiency of some tropical rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **Pakistan Journal of Nutrition** 5 (3), 206-211.

[13] Negasa, G., B. Bedadi and T. Abera. (2019). Influence of phosphorus fertilizer rates on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Lemu Bilbilo district of Arsi Zone, Southeastern Ethiopia. **International Journal of Plant and Soil Science** 28(3), 1-11.

[14] Kouki, S., N. Abdi, I. Hemissi, M. Bouraoui and B. Sifi. (2016). Phosphorus fertilization effect on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) -rhizobia symbiosis. **Journal of new sciences** 25 (1), 1130-1137.

[15] Mazlouzi, M.E., C. Morel, T. Robert, B. Yan and A. Mollier. (2020). Phosphorus uptake and partitioning in two durum wheat cultivars with contrasting biomass allocation as affected by different P supply during grain filling. **Plant Soil** 449, 179–192.

[16] Attanandana, T. (1993). Deficiencies and toxicities of some nutrient elements in acid sulfate soils of Thailand. **Kasetsart Journal: Natural Science** 27, 508-515.

[17] Roberts, T.L. and A.E. Johnston. (2015). Phosphorus use efficiency and management in agriculture. **Resources, Conservation and Recycling** 105, 275-281.