

ผลของการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดน้ำใช้ ธาตุอาหารในถั่วฝักยาวไร่ค้าง

Effects of Foliar Potassium Application Fertilizer on Growth, Yield and Nutrient Uptake in Draw Yard Long Bean

สายชล สุขญาณกิจ^{1*} ภาณุพงศ์ ฤกษ์ยานีย์¹ ชลรดา ชาวคำเขตร์¹ และ ธนภัทร ปลื้มพวง²
Saychol Sukyankij^{1*}, Panupong Reakyanee¹, Chonlada Chaowchomchade¹
and Thanapat Pluemphuak²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา 13000

¹Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

²ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

²Central Laboratory and Greenhouse Complex, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University,
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

*Corresponding author: Email: saychol.agri@gmail.com

(Received: 8 March 2019; Accepted: 5 August 2019)

Abstract: The experiment was conducted to investigate the effects of foliar potassium fertilizers (K) on yield and nutrient uptake in draw yard long bean grown in Sena soil series in Phra Nakhon Si Ayutthaya province. The experimental design was carried out in completely randomized design (CRD) with 7 treatments and 3 replications. The treatments consisted of Tr1 was control (no foliar of K fertilizer), Tr2 to Tr4 were foliar of KCl fertilizer at concentration of 0.5, 1.0 and 1.5 percent and Tr5 to Tr7 were foliar of KNO₃ fertilizer at concentration of 0.5, 1.0 and 1.5 percent. Results showed that both types and concentration of K had significant difference ($P \leq 0.01$) in pod fresh weight (PFW) and shoot biomass (SBM) and significantly different ($P \leq 0.05$) in pod dry weight (PDW). The application of foliar KNO₃ at concentration of 1.0 percent gave the highest on PFW, PDW and SBM (297.1, 28.2 and 78.8 g/plant, respectively). The concentration and uptake of K were found significantly different ($P \leq 0.01$). The application of foliar KCl at concentration of 1.5 percent gave the highest on K concentration in PDW (25.6 g/kg) and foliar KNO₃ at the concentration of 1.0 percent gave the highest on K uptake in PDW (0.68 g/plant). However, the foliar KCl had a significant difference ($P \leq 0.01$) for linear correlation between K uptake and PDW in draw yard long bean ($r=0.89^{**}$).

Keywords: Potassium chloride, potassium nitrate, yield, draw yard long bean

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาผลของการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบต่อ ผลผลิต และการดูดใช้โพแทสเซียมในถั่วฝักยาวไร้ค้างที่ปลูกในชุดดินเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 7 ตำรับทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ตำรับทดลองที่ 1 ไม่ฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบ (ตำรับควบคุม) ตำรับทดลองที่ 2-4 ฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) เป็นปุ๋ยทางใบในอัตราความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตำรับทดลองที่ 5-7 ฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) เป็นปุ๋ยทางใบในอัตราความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษพบว่าชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมและอัตราความเข้มข้นที่ใช้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในส่วนของผลผลิตน้ำหนักฝักสดและชีวมวลส่วนเหนือดิน ขณะที่ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักพบว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรททางใบอัตราความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักสด น้ำหนักฝักแห้ง และชีวมวลส่วนเหนือดินสูงที่สุดเท่ากับ 297.1, 28.2 และ 78.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ด้านความเข้มข้นและการดูดใช้โพแทสเซียมพบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) การให้โพแทสเซียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยทางใบอัตราความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าความเข้มข้นโพแทสเซียมในฝักสูงที่สุด (25.6 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนการดูดใช้โพแทสเซียมในฝักนั้น การให้การให้โพแทสเซียมไนเตรทเป็นปุ๋ยทางใบอัตราความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการดูดใช้โพแทสเซียมในฝักสูงที่สุด (0.68 กรัมต่อต้น) นอกจากนี้การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยทางใบยังให้ค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น (r) ระหว่างการดูดใช้โพแทสเซียมและผลผลิตฝักแห้งถั่วฝักยาวไร้ค้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เท่ากับ 0.82**

คำสำคัญ: โพแทสเซียมคลอไรด์ โพแทสเซียมไนเตรท ผลผลิต ถั่วฝักยาวไร้ค้าง

คำนำ

ถั่วฝักยาวไร้ค้าง (*Vigna unguiculata* L.) เป็นพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถปลูกได้โดยไม่จำเป็นต้องทำค้าง ซึ่งเป็นผลดีต่อเกษตรกรในเชิงของการลดต้นทุนการผลิต สามารถปลูกได้ง่ายเจริญเติบโตได้ในดินหลากหลายประเภท ปัจจุบันมีพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้างหลายหลายสายพันธุ์ เช่น ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ KKU 25 และ KKU 40 พัฒนาพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พันธุ์ Suranaree 1 พัฒนาพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยสุรนารี และ MSU 1 และ MSU 2 พัฒนาพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (Sinsiri and Sinsiri, 2012) นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ CLGC 30 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตฝักสด ลักษณะเด่น คือ ทรงต้นเป็นพุ่มเตี้ย ไม่เลื้อยขึ้นค้าง ความยาวฝักเฉลี่ย 46 เซนติเมตร ด้านทานต่อโรคราสนิม ฝักเขียวเข้มปานกลาง และมีรสชาติหวานกรอบ (Kasetsart University Research and Development Institute, 2018) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกบริโภค

ในครัวเรือนหรืออาจปลูกเป็นพืชรองหลังการเก็บเกี่ยวพืชหลักในพื้นที่ไร่นาก็ได้ การจัดการด้านการใช้ปุ๋ยถือเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตถั่วฝักยาว ซึ่งโดยทั่วไปมักใช้ปุ๋ยเคมีควบคู่กับปุ๋ยอินทรีย์ โดยสามารถใช้ปุ๋ยเคมีเกรดเสมอ เช่น 15-15-15 หรืออาจให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ประมาณ 25 กิโลกรัมต่อไร่ และมักให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยประมาณ 1-2 ตันต่อไร่ (Techawongstien and Lapjit, 2018) โดยในบรรดาธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ธาตุโพแทสเซียมถือเป็นธาตุอาหารพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในเซลล์ มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ การเคลื่อนย้ายและการดูดกินน้ำและธาตุอาหารรวมถึงกระบวนการหายใจในพืช (Chalemthai and Santasup, 2018; Devlin and Witham, 1986; Hussien *et al.*, 2012) งานวิจัยที่ศึกษาการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมนั้นมีอยู่ค่อนข้างมาก แต่งานที่ทำในถั่วฝักยาวไร้คางนั้นยังถือว่ามีความล้นอยู่อย่างจำกัด Huda *et al.* (2010) ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของถั่วแขกพบว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก 18.3 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ เป็น

36.6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีผลให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตฝักเพิ่มขึ้น 19.7, 11.6 และ 19.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเพิ่มอัตราความเข้มข้นปุ๋ยโพแทสเซียมดังที่ได้กล่าวมามีผลให้ค่าความเขียวของใบเพิ่มขึ้นประมาณ 6.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในพืชอื่นๆ อีก เช่น ข้าว และข้าวโพด เป็นต้น (Chalemthai and Santasup, 2018; Tran *et al.*, 2012) โดย Tran *et al.* (2012) ศึกษาการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในเตรทเป็นปุ๋ยทางใบในข้าวที่ปลูกในดิน 2 แห่งของประเทศเวียดนามซึ่งเป็นดินเสื่อมโทรมและดินที่มีการตรึงโพแทสเซียมสูงพบว่า การให้โพแทสเซียมในเตรททางใบที่ระยะแตกกอสูงสุด ระยะเกิดช่อดอก และระยะดอกบานเต็มที่จะส่งผลให้ข้าวมีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการไม่ให้โพแทสเซียมในเตรทหรือการให้ในบางช่วงของการเจริญเติบโต เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน รวมถึงการเคลื่อนย้ายสารอาหารในพืช (Osotsapar, 2015) จากรายงานของ Taha and Osman (2018) พบว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมฮิวเมท (potassium humate) ช่วยเพิ่มปริมาณรงควัตถุ ปริมาณสารประกอบกลุ่ม anti-oxidant เพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบ ปริมาณโปรตีนในเมล็ด และผลผลิตฝักสดของถั่วแขก ขณะที่ Traithipchawalit *et al.* (2018) รายงานว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบทำให้ข้อยพันธุ์ K95-84 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนมีผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางดิน จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีต่อพืช รวมถึงวิธีการในการใส่ที่มีส่วนสำคัญในการกำหนดผลผลิตพืชที่จะได้รับภายหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นการฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติมจากการให้ปุ๋ยทางดินจึงอาจเป็นแนวทางในการช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของถั่วฝักยาวไร้ค้างซึ่งถือเป็นพืชที่มีความน่าสนใจทั้งในด้านการจำหน่ายในท้องตลาดและกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าถั่วฝักยาวปกติ จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดและอัตราความเข้มข้นของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูใช้ธาตุอาหารในถั่วฝักยาวไร้ค้าง

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลองและเก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินบน (0-30 เซนติเมตร) แบบ soil composite sample จากแปลงนาเกษตรกรในอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งจัดอยู่ในชุดดินเสนา (Sulfic Endoaquepts) (Land Development Department, 2018) นำมาผึ่งลมให้แห้งในโรงเรือนทดลอง แล้วแบ่งตัวอย่างดินนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติดินพื้นฐานได้แก่ เนื้อดิน พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ตามวิธีการของ National Soil Survey Center (1996) ผลวิเคราะห์สมบัติดินพื้นฐานแสดงใน Table 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และ 7 ตำรับทดลอง ดังนี้ ตำรับทดลองที่ 1 ฉีดพ่นน้ำเปล่าแทนการฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบ (ตำรับควบคุม) ตำรับทดลองที่ 2-4 ฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นปุ๋ยทางใบในอัตรา 30 มิลลิลิตรต่อกระถาง ตำรับทดลองที่ 5-7 ฉีดพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมในเตรท (KNO_3) ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นปุ๋ยทางใบในอัตรา 30 มิลลิลิตรต่อกระถาง โดยแบ่งฉีดพ่น 2 ครั้ง ๆ ละ 15 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมแต่ละชนิดในอัตรา 0.15, 0.30 และ 0.45 กรัมต่อกระถาง ดำเนินการทดลองในโรงเรือนทดลองของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ซังตัวอย่างดินที่ผึ่งลมจนแห้งใส่ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร กระถางละ 8 กิโลกรัม หยอดเมล็ดถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ GLGC 30 กระถางละ 3 เมล็ด ให้น้ำในช่วงเช้าของทุกวัน หลังเมล็ดงอก 7 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง เมื่อถั่วอายุได้ 10 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 0.64 กรัมต่อกระถาง (เทียบเท่าการใช้ปุ๋ยในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่) และเมื่อถั่วอายุได้ 25 วันหลังปลูก ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้ง 2 ชนิดโดยวิธีฉีดพ่นทางใบในอัตราความเข้มข้นตามแผนการทดลอง

และฉีดพ่นอีกครั้งเมื่อถั่วออกดอก (ที่ระยะ 36 วันหลังปลูก) เมื่อถั่วออกดอกจะเก็บผลผลิตไปเรื่อย ๆ จนกว่าต้นจะวาย โดยเริ่มเก็บผลผลิตได้ตั้งแต่วันที่ 40 ของการปลูก และแล้วเสร็จในวันที่ 52 ของการปลูก สำหรับข้อมูลพืชที่เก็บ ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักผลผลิตสดฝัก น้ำหนักผลผลิตแห้งฝัก น้ำหนักแห้งชีวมวลส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) ความเข้มข้นของโพแทสเซียมและการดูดใช้โพแทสเซียมในฝัก

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในฝักตามวิธีการของ Attanandana and Chanchareonsook (1999) โดยย่อยสลายตัวอย่างพืชด้วยกรดผสม 3 ชนิด (tri acid mixture: $\text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{HClO}_4$ ในอัตราส่วน 5:1:2) และนำสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายตัวอย่างมาอ่านค่าปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AA) จากนั้นคำนวณค่าการดูดสะสมโพแทสเซียมโดยนำค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในฝักคูณกับน้ำหนักแห้งฝัก (Akinrinde and Gaizer, 2006)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละการทดลอง โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และหา

ความสัมพันธ์ของผลผลิตและการดูดใช้โพแทสเซียมในฝักโดยวิธีการวิเคราะห์ correlation analysis

ผลการศึกษา

สมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง

จากการวิเคราะห์สมบัติดินเบื้องต้น (Table 1) พบว่าดินที่ใช้ทดลองมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ค่าพีเอชเป็นกรดจัดมาก ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับสูง (Land Classification Division, 1973) จากผลวิเคราะห์ดินที่ได้นั้น ปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 57.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์การประเมินของ Land Classification Division (1973) ถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 เพิ่มเติมในระหว่างการเพาะปลูก แต่ด้วยคุณสมบัติของดินที่ศึกษาเป็นดินในอันดับเวอร์ทีซอลส์ (very fine, mixed, active, isohyperthermic Sulfaqueptic Dystraquepts) (Sukchan, 2015) ซึ่งมีองค์ประกอบของแร่ดินเหนียวกลุ่ม 2:1 อยู่สูง ลักษณะเช่นนี้ดินจะสามารถตรึงโพแทสเซียมไว้ได้มาก ดังนั้นปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ลงไปจึงมีโอกาสถูกตรึงและปลดปล่อยให้พืชนำไปใช้ได้ลดลง การเพิ่มโพแทสเซียมโดยวิธีฉีดพ่นทางใบจึงเป็นวิธีที่ช่วยให้พืชได้รับธาตุดังกล่าวในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ

Table 1. Physio-chemical properties of soil used in the experiment

Properties	Values	Interpretation ¹
Texture	Clay	-
Soil pH (1:1)	4.78	Very strongly acid
EC _e (dS/m)	1.13	Non saline
Organic matter (g/kg)	15.60	Medium
Total nitrogen (g/kg)	1.60	Very high
Available phosphorus (mg/kg)	5.26	Low
Exchangeable potassium (mg/kg)	57.84	Low
Cation exchange capacity (cmol/kg)	16.60	Medium

¹Land Classification Division (1973)

การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของ ผลผลิต

การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของ
ผลผลิตพิจารณาจากค่าความสูง จำนวนฝักต่อต้น
น้ำหนักผลผลิตฝักสด น้ำหนักผลผลิตฝักแห้ง และชีวมวล
ส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) ของถั่วฝักยาวไร้ค้าง (Table
2) จากผลการทดลองพบว่าชนิดและอัตราความเข้มข้น
ของปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้เป็นปุ๋ยทางใบนั้นมีผลให้น้ำหนัก
ผลผลิตฝักสด และชีวมวลส่วนเหนือดินของถั่วฝักยาวไร้
ค้างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
($P \leq 0.01$) ขณะที่น้ำหนักผลผลิตฝักแห้งนั้นพบว่ามีความ
แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ค่ารับ
ทดลองที่มีการให้โพแทสเซียมในโตรทเป็นปุ๋ยทางใบใน
อัตราความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (KNO_3 -1.0%) ให้ค่า
ผลผลิตฝักสด ผลผลิตฝักแห้ง และน้ำหนักชีวมวลส่วน
เหนือดินสูงที่สุด (297.1, 28.2 และ 78.8 กรัมต่อต้น
ตามลำดับ) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงสุดที่ได้ไม่มีความ
แตกต่างทางสถิติกับค่ารับทดลองที่ใช้โพแทสเซียมคลอ
ไรด์อัตราความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (KCI-0.5%) และ
โพแทสเซียมในโตรทอัตราความเข้มข้น 0.5 และ 1.5
เปอร์เซ็นต์ (KNO_3 -0.5% และ KNO_3 -1.5% ตามลำดับ)
เช่นเดียวกันกับค่าเฉลี่ยชีวมวลส่วนเหนือดินสูงสุดซึ่งไม่มี
ความแตกต่างทางสถิติกับค่ารับการทดลองที่ใช้
โพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (KCI-
0.5%) และโพแทสเซียมในโตรทอัตราความเข้มข้น 1.5
เปอร์เซ็นต์ (KNO_3 -1.5%)

ความเข้มข้นและการดูดใช้ธาตุอาหาร

Table 3 แสดงค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียม
และการดูดใช้โพแทสเซียมในฝัก จากการทดลองพบว่า
ชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมและอัตราความเข้มข้นที่ใช้มีผล
ให้ค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมและการดูดใช้
โพแทสเซียมในฝักมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ค่ารับทดลองที่มีการให้โพแทสเซียม
คลอไรด์ในอัตราความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ (KCI-1.5%)
ให้ค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในฝักสูงที่สุด (25.6
กรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับค่ารับ
ทดลองที่มีการให้โพแทสเซียมในโตรทในอัตราความ
เข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ (KNO_3 -1.5%) โดยมีค่าเฉลี่ยของ
ความเข้มข้นโพแทสเซียมในฝักเท่ากับ 25.5 กรัมต่อ
กิโลกรัม ด้านการดูดใช้โพแทสเซียมในฝักนั้น ค่ารับ
ทดลองที่มีการให้โพแทสเซียมในโตรทในอัตราความ
เข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (KNO_3 -1.0%) ให้ค่าการดูดใช้
โพแทสเซียมในฝักสูงที่สุด (0.68 กรัมต่อต้น) ซึ่งค่าที่ได้นี้
ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับค่ารับทดลองที่มีการให้
โพแทสเซียมในโตรทอัตราความเข้มข้น 0.5 และ 1.5
เปอร์เซ็นต์ (0.55 และ 0.65 กรัม/ต้น ตามลำดับ)

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและการดูดใช้ โพแทสเซียม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและ
การดูดใช้โพแทสเซียมในฝักแสดงใน Figure 1 โดยพบ
ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างผลผลิตน้ำหนักฝักแห้งและ

Table 2. Effect of foliar K fertilizer on growth, yield and yield component of draw yard long bean

Methodology	Height (cm) ¹	Number of pod (pod/plant) ¹	Pod FW (g/plant) ¹	Pod DW (g/plant) ¹	Biomass (g/plant) ¹
Control	45.3	25.0	189.9 ^c	18.2 ^c	50.1 ^{cd}
KCI (0.5%)	47.6	26.0	237.8 ^{abc}	23.2 ^{abc}	73.1 ^{ab}
KCI (1.0%)	44.6	25.6	217.7 ^{bc}	21.9 ^{bc}	42.3 ^d
KCI (1.5%)	43.6	24.3	197.1 ^c	20.3 ^{bc}	40.5 ^d
KNO_3 (0.5%)	49.0	24.3	251.7 ^{abc}	24.1 ^{abc}	58.8 ^{bc}
KNO_3 (1.0%)	52.0	32.0	297.1 ^a	28.2 ^a	78.8 ^a
KNO_3 (1.5%)	50.6	29.6	277.6 ^{ab}	25.8 ^{ab}	69.1 ^{ab}
P-value	0.055	0.432	0.010	0.036	0.001
CV (%)	6.4	18.9	13.8	14.3	14.2

¹ Means within the same column followed by the same letters indicate no significant differences among treatment using by DMRT

Table 3. Effect of foliar K fertilizer on K concentration and K uptake in draw yard long bean

Methodology	K concentration in pod (g/kg) ¹	K uptake in pod (g/plant) ¹
Control	20.9 ^d	0.38 ^d
KCl (0.5%)	22.1 ^c	0.51 ^{bcd}
KCl (1.0%)	22.6 ^c	0.49 ^{cd}
KCl (1.5%)	25.6 ^a	0.52 ^{bcd}
KNO ₃ (0.5%)	22.9 ^c	0.55 ^{abc}
KNO ₃ (1.0%)	24.4 ^b	0.68 ^a
KNO ₃ (1.5%)	25.5 ^a	0.65 ^{ab}
P-value	0.001	0.001
CV (%)	2.6	14.8

¹ Means within the same column followed by the same letters indicate no significant differences among treatment using by DMRT

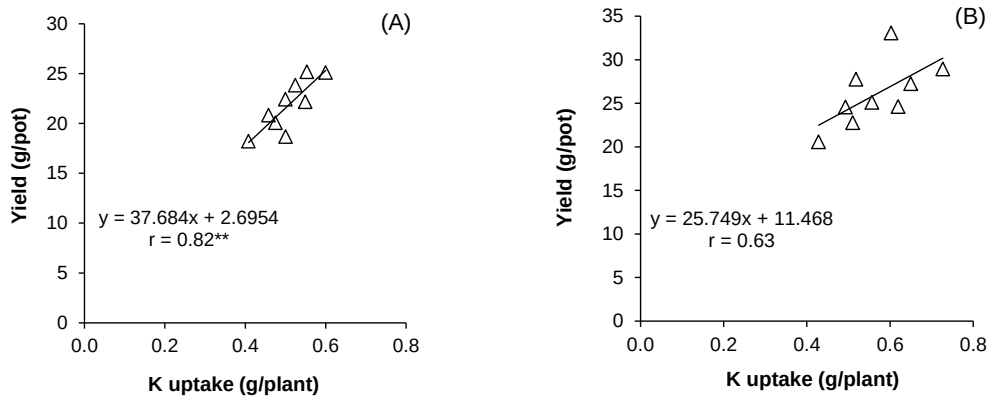


Figure 1. Relationship between yield DW and K uptake from KCl (A) and KNO₃ (B) fertilizer in draw yard long bean

การดูดใช้โพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในถั่วฝักยาวที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) เป็นปุ๋ยทางใบ ขณะที่ค่ารับทดลองที่ให้โพแทสเซียมไนเตรท (KNO₃) เป็นปุ๋ยทางใบไม่พบสหสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างผลผลิตน้ำหนักฝักแห้งและการดูดใช้โพแทสเซียม ($P \geq 0.05$) โดยการให้โพแทสเซียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยทางใบให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างผลผลิตน้ำหนักฝักแห้งและการดูดใช้โพแทสเซียมเท่ากับ 0.82** ส่วนการให้โพแทสเซียมไนเตรทเป็นปุ๋ยทางใบให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.63

วิจารณ์

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยแต่ละชนิด ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรทให้การเจริญเติบโต รวมถึงผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ทั้งความสูง น้ำหนักสดฝัก น้ำหนักแห้งฝัก และชีวมวลส่วนเหนือดิน (Table 2) โดยการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรทอัตราความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นปุ๋ยทางใบให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วฝักยาวไร่ค้างสูงที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากปุ๋ยชนิดดังกล่าวที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณ

ผลผลิต (Fageria, 2001; Osotsapar, 2015) การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดเมื่อพิจารณาจากปัจจัยด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต เนื่องจากการให้ปุ๋ยทางใบหากใช้ในความเข้มข้นสูงเกินไปจะมีผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง เพราะเซลล์พืชที่สัมผัสกับปุ๋ยที่มีความเข้มข้นสูงจะมีผลให้เซลล์ เกิดอาการไหม้และตายในที่สุด ดังนั้นความเข้มข้นที่ใช้จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญและให้ผลผลิตของพืช แต่ถึงกระนั้นข้อดีของการให้ปุ๋ยทางใบมีหลายประการ เช่น สามารถแก้ไขปัญหการขาดธาตุอาหารของพืชได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากพืชสามารถดูดซึมและลำเลียงธาตุอาหารผ่านใบเข้าสู่ท่อน้ำหรือท่ออาหารของพืช โดยเฉพาะโพแทสเซียมซึ่งกระบวนการเคลื่อนย้ายในพืชจะเกิดในท่ออาหาร (phloem) เป็นหลัก (Osotsapar, 2015) และส่งไปยังส่วนต่างๆ ที่มีความต้องการได้โดยตรง อีกประการคือการให้ปุ๋ยทางใบนั้นช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างเต็มที่ ลดการเปลี่ยนรูปหรือการถูกตรึงเนื่องจากปัจจัยทางดินด้านต่างๆ ที่มีผลในการลดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียมซึ่งมีโอกาสที่จะถูกตรึงโดยแร่ดินเหนียว หรืออาจถูกไล่ที่ได้โดยธาตุที่มีวาเลนซ์สูงกว่า เช่น แคลเซียม หรือแมกนีเซียมในดิน (Fageria, 2001; Fageria *et al.* 2009) ดังนั้นการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบจึงทำให้พืชได้รับโพแทสเซียมได้อย่างเต็มที่ ซึ่งโพแทสเซียมถือเป็นธาตุที่มีความสำคัญอย่างมากต่อผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต (Cakmak, 2005; Lester *et al.*, 2010; Marschner, 1995; Osotsapar, 2015) โดยเฉพาะในดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่ำ เช่น ดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 57.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์การประเมินของ Land Classification Division (1973) การให้โพแทสเซียมเพิ่มเติมจึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอย่างมาก จากการทดลองของ Fageria and Melo (2014) ได้ประเมินลักษณะของถั่ว 15 สายพันธุ์ต่อประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมพบว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางดินในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทำให้ผลผลิตต่อชั่ง

ผลผลิตเมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเพิ่มความยาวรากถึง 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการกรรวิธีควบคุม นอกจากนี้ Lester *et al.* (2010) ได้รายงานถึงผลของโพแทสเซียมต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมลอนว่า การให้โพแทสเซียมทางใบในช่วงที่เมลอนเริ่มพัฒนาผลจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตได้ดีกว่าการให้ในช่วงก่อนมีการพัฒนาของผล การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ขณะที่การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูป glycine amino acid potassium ให้ค่าความหวาน ปริมาณกรดแอสคอบิก และแคโรทีนอยด์สูงที่สุด ขณะที่ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าโพแทสเซียมในเตรทมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตถั่วฝักยาวไร้ค้างได้มากกว่าโพแทสเซียมคลอไรด์ เนื่องจากปุ๋ยโพแทสเซียมในเตรทนั้นมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งมีสมบัติในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น มีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงผลผลิตพืช การให้โพแทสเซียมในอัตราความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลให้พืชมีการดูดใช้ในโตรเจนเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งส่งผลถึงปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Fageria, 2001; Osotsapar, 2015) นอกจากนี้การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมยังมีผลให้พืชช่วงคั้วสามารถเจริญเติบโตได้ดีขึ้นในสภาวะแวดล้อมที่มีระดับความเข้มข้นของเกลือสูงโดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง และเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบกลุ่ม anti-oxidant (Dawood *et al.*, 2014; Taha and Osman, 2018)

ด้านค่าความเข้มข้นและการดูดใช้ธาตุอาหารนั้น การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในเตรทเป็นปุ๋ยทางใบให้ค่าความเข้มข้นและการดูดใช้ธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ขณะที่ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในฝักนั้นเพิ่มขึ้นตามอัตราความเข้มข้นของปุ๋ย โดยที่ระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียม 1.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในฝักสูงที่สุด ส่วนการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมในฝักนั้นพบว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการดูดใช้โพแทสเซียมสูงที่สุด (Table 3) อัตราความ

เข้มข้นของสารละลายปุ๋ยโพแทสเซียมนี้มีอิทธิพลโดยตรงต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Sangakkara *et al.* (1996) ซึ่งศึกษาการเจริญเติบโตและการตรึงไนโตรเจนของถั่วปากอ้าและถั่วแขกที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยโพแทสเซียมและอุณหภูมิระหว่างการพัฒนาเจริญเติบโตที่ต่างกันพบว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อพืชเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมจาก 0.1 มิลลิโมล เป็น 0.8 และ 3.0 มิลลิโมล ทำให้โพแทสเซียมในเนื้อเยื่อถั่วปากอ้าเพิ่มขึ้น 43.5 และ 53.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อถั่วแขกเพิ่มขึ้น 37.3 และ 53.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ระยะเวลาในการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมก็มีความสำคัญเช่นกัน โดย Mona *et al.* (2011) ศึกษาอิทธิพลของโพแทสเซียมซัลเฟต ต่อผลผลิตและคุณภาพถั่วของถั่วปากอ้าพบว่า การให้โพแทสเซียมซัลเฟตที่ระยะ 3-4 สัปดาห์หลังหว่านเมล็ด ระยะก่อนดอกบาน และการให้ที่ระยะ 3-4 สัปดาห์หลังหว่านเมล็ด ร่วมกับที่ระยะก่อนดอกบานส่งผลให้ถั่วปากอ้ามีการสะสมโพแทสเซียมในเมล็ดเพิ่มขึ้น 5.84, 6.12 และ 6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ขณะที่ Ren *et al.* (2013) ศึกษาการจัดการปุ๋ยโพแทสเซียมในการปลูก oilseed ของประเทศจีนพบว่า การดูใช้โพแทสเซียมจะมีค่าสูงสุดที่ระยะการพัฒนาดอก ฝักขณะที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของแต่ละระยะในการเจริญเติบโตค่อนข้างมีความแปรปรวน และความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อส่วนต้น ราก ใบสด และใบแห้งต่างก็มีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ นอกจากนี้ Traithipchawalit *et al.* (2018) รายงานผลผลิตของถั่วพันธุ์ K95-84 ที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมไฮโอซัลเฟตในอัตราที่แตกต่างกัน โดยการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 7.5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทำให้อ้อยมีการดูใช้โพแทสเซียมสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไฮโอซัลเฟตในอัตราเดียวกัน และการให้ปุ๋ยโดยวิธีการฉีดพ่นทางใบให้ค่าการดูใช้โพแทสเซียมสูงกว่าการให้ทางดิน ขณะที่ Taktuan *et al.* (2018) รายงานว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในผลผลิตข้าวมีสหสัมพันธ์เชิง

เส้นกับน้ำหนักผลผลิต โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) สูงที่สุดเมื่อเทียบกับธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพิ่มพื้นที่ใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ และช่วยเพิ่มจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด และจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการให้โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) เป็นปุ๋ยทางใบให้ค่าให้ค่าสหสัมพันธ์เชิงเส้นสูงกว่าการให้โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) (Figure 1) นั่นอาจเพราะความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกัน โดยโพแทสเซียมคลอไรด์นั้นมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่โพแทสเซียมไนเตรทมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสาร 46 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้การดูใช้โพแทสเซียมของถั่วฝักยาวไร่ค้ำที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยทางใบมีค่าสูงกว่าการดูใช้โพแทสเซียมไนเตรท ซึ่งจากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าชนิดของปุ๋ย ปริมาณการใช้ รวมถึงระยะเวลาในการฉีดพ่นล้วนมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต รวมถึงการดูใช้ธาตุอาหารทั้งสิ้น

แต่ทั้งนี้การตัดสินใจเลือกชนิดของปุ๋ยที่นำมาใช้ยังขึ้นกับราคาปุ๋ยที่จำหน่ายในท้องตลาด จากการสอบถามราคาปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมไนเตรทชนิดปุ๋ยเกล็ดที่จำหน่ายในท้องที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาพบว่า ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรทมีราคาจำหน่าย 55 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนโพแทสเซียมคลอไรด์ราคาจำหน่าย 45 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการทดลองที่ได้สูงสุดของปุ๋ยแต่ละชนิดพบว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรทเป็นปุ๋ยทางใบให้ผลผลิตฝักสดสูงกว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากมีการต่อยอดโดยนำไปทดสอบในสภาพแปลงทดลองเกษตรกรจะสามารถคำนวณความคุ้มค่าจากการใช้ปุ๋ยแต่ละประเภทได้ชัดเจนเพิ่มขึ้น

สรุป

จากการศึกษาการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูใช้โพแทสเซียมในถั่วฝักยาวสามารถสรุปได้ว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรท

รพเป็นปุ๋ยทางใบช่วยให้ถั่วฝักยาวไร้ค้างมีการเจริญเติบโต
ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารสูงกว่าการให้ปุ๋ย
โพแทสเซียมคลอไรด์ ที่อัตราความเข้มข้นของโพแทสเซียม
1.0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มช่วยให้การเจริญเติบโต ผลผลิต
รวมทั้งการดูดใช้ธาตุอาหารมีค่าสูงสุด และเมื่อพิจารณา
ชนิดและอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต
ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต รวมทั้งการดูดใช้ธาตุ
อาหารสามารถสรุปได้ว่าการให้โพแทสเซียมในเตรทเป็น
ปุ๋ยทางใบความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราที่
เหมาะสมที่สุดในการผลิตถั่วฝักยาวไร้ค้าง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก ศูนย์
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและ
บริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์
ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่างทดลอง

เอกสารอ้างอิง

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.

Attanandana, T. and J. Chanchareonsook. 1999.
Manual of Soil and Plant Analysis.
Department of Soil Science, Faculty of
Agriculture, Kasetsart University, Bangkok,
108 p. (in Thai)

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating
detrimental effects of abiotic stresses in
plants. Journal of Plant Nutrition and Soil
Science 168: 521-530.

Chalemthai, P. and C. Santasup. 2018. Effects of
potassium fertilizer on quality and yield of
sweet corn in Ngao district, Lampang
province. Journal of Agriculture 34(1): 29-
40. (in Thai)

Dawood, M.G., M.T. Abdelhamid and U. Schmidhalter.
2014. Potassium fertiliser enhances the salt-
tolerance of common bean (*Phaseolus*
vulgaris L.). The Journal of Horticultural
Science and Biotechnology 89(2): 185-192.

Devlin, R.M. and F.H. Witham. 1986. Plant Physiology.
CBS Publishers, New Delhi. 558 p.

Fageria, V. D. 2001. Nutrient interaction in crop
plants. Journal of Plant Nutrition 24(8):
1269-1290.

Fageria, N. K. and L. C. Melo. 2014. Agronomic
evaluation of dry bean genotypes for
potassium use efficiency. Journal of Plant
Nutrition 37(12): 1899-1912.

Fageria, N.K., M.P. Barbosa Filho, A. Moreira and C.
M. Guimaraes. 2009. Foliar fertilization of
crop plants. Journal of Plant Nutrition 32(6):
1044-1064.

Huda, A.I, U.A. El-Behairy, M. EL-Desuki, M.O. Bakry
and A.F. Abou-Hadid. 2010. Response of
green bean to fertilization with potassium
and magnesium. Research Journal of
Agriculture and Biological Sciences 6(6):
834-839.

Hussien, M.M., A.I. Rezk, H.M. Mehanna and A.B. El-
Nasharty. 2012. Response of castor bean
plants to potassium foliar application and
treated sewage water. Australian Journal of
Basic and Applied Sciences 6(7): 611-616.

Kasetsart University Research and Development
Institute. 2018. Draw yard long bean cv.
GLGC 30. (Online). Available:

- <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=27975>
(January 5, 2018). (in Thai)
- Land Classification Division. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperative, Bangkok, 135 p.
- Land Development Department. 2018. Soil map of Phra Nakhon Si Ayutthaya province. (Online). Available: http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoilinf/central/Ayutthaya/ay_map/ay_series/ay_prov58A.jpg (January 5, 2018). (in Thai)
- Lester, G.E., J.L. Jifon and D.J. Makus. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study. *Plant and Soil* 335: 117-131.
- Marschner, H. 1995. Functions of mineral nutrients: macronutrients. pp. 299-312. *In*: H. Marschner (ed.). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed. Academic Press, New York.
- Mona, A. M., A. M. Sabah and A. M. Rehab. 2011. Influence of potassium sulfate on faba bean yield and quality. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(3): 87-95.
- 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.
- Osotsapar, Y. 2015. Plant Nutrition. Kasetsart University Press, Bangkok. 548 p. (in Thai)
- Ren, T., J. Lu, H. Li, J. Zou, H. Xu, X. Liu and X. Li. 2013. Potassium-fertilizer management in winter oilseed-rape production in China. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 176: 429-440.
- Sangakkara, R., U. A. Hartwig and J. Nosberger. 1996. Growth and symbiotic nitrogen fixation of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* as affected by fertiliser potassium and temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 70: 315-320.
- Sinsiri, N. and W. Sinsiri. 2012. Standard yield trails for cowpea development to the new variety (MSU2). *Khon Kaen Agriculture Journal* 40 (Supplement 4): 53-58. (in Thai)
- Sukchan, S. 2015. Soil classification for rice. pp. 79-114. *In*: Y. Osotsapar (ed.). *Soil Plant Nutrient and Fertilizer of Rice*. Soil and Fertilizer Society of Thailand, Bangkok. (in Thai)
- Techawongstien, S. and C. Lapjit. 2018. Draw yard long bean cv. KKU 40. (Online). Available: http://www.plantbreedingkku.com/images/column_1422444944/KKU40.pdf (January 5, 2018). (in Thai)
- Taha, S. S. and A. S. Osman. 2018. Influence of potassium humate on biochemical and agronomic attributes of bean plants grown on saline soil. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 93(5): 545-554.
- Taktuan, N., S. Thanachit, S. Anusornpornperm and I. Kheoruenromne. 2018. Effect of cassava starch waste and potassium on Khao Dowk Mali 105 rice. *Khon Kaen Agriculture Journal* 46(6): 1147-1158. (in Thai)
- Traithipchawalit, P., S. Anusornpornperm, I. Kheoruenromne and S. Thanachit. 2018. Growth and yield response of virgin cane, K95-84 variety, to potassium chloride and potassium thiosulfate. *Khon Kaen Agriculture Journal* 46(5): 991-1000. (in Thai)
- Tran, T.S, X.A. Le, R. Yoav and T.H. Harmen. 2012. Foliar potassium nitrate application for paddy rice. *Better Crops* 96(1): 29-31.