รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย : แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจ

2. โครงการวิจัย : การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อลดการใส่ปุ๋ยเคมีและเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารในการปลูกสับปะรด

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาการใช้แบคทีเรียละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชเพื่อลดการใส่ปุ๋ยเคมีในการปลูกสับปะรด

3. ชื่อการทดลอง

(ภาษาไทย) : การศึกษาการใช้แบคทีเรียละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชที่คัดเลือกไว้กับสับปะรดในสภาพแปลงทดลอง

(ภาษาอังกฤษ) : Effect of phosphate - potash solubilizing bacteria on growth and yield of pineapple in field experiment

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นายสนธยา ขำติ๊บ สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นางสุปรานี มั่นหมาย สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นางสาวกิตจเมธ แจ้งศิริกุล สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้แบคทีเรียละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชที่คัดเลือกไว้กับสับปะรดในสภาพแปลงทดลอง ใช้แปลงเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลสามกระทาย อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 2 ไร่ จากคุณสมบัติของดินก่อนทำการทดลองสามารถกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 75-34-68 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ 1/4N+1/2P+1/4K รองก้นหลุม ครั้งที่ 2 ใส่ 1/4N+1/2P+1/4K หลังปลูก 1-3 เดือน ใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น และครั้งที่ 3 ใส่ 1/2N+1/2K หลังปลูก 6 เดือน ใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น

Abstract

Effect of phosphate - potash solubilizing bacteria on growth and yield of pineapple in field experiment was conducted at farmers' pineapple plots, Sam Krathai subdistrict, Kui Buri district, Prachuap Khiri Khan Province. Based on soil property, the recommended chemical

fertilizer application rate for pineapple was 75-34-68 kg N-P_2O_5-K_2O/rai. Chemical fertilizer was given in three applications during the growth period. First time, 1/4N + 1/2P + 1/4K of chemical fertilizer was applied at planting. Second time, 1/4 N + 1/2P + 1/4K of chemical fertilizer was applied as side banded after 30 - 60 days of planting. Third time, 1/2N + 1/2K of chemical fertilizer was applied as side banded after 180 days of planting.

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

สับปะรด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตสับปะรดได้ในระดับต้น ๆ ของโลกก็ตาม หากเปรียบเทียบผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในระดับที่ต่ำมาก คือ 3,880 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่คอสตาริกา บราซิล และฟิลิปปินส์ได้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก เท่ากับ 9,555 6,289 และ 6,468 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกให้สูงขึ้น การลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มคุณภาพของผลผลิต จะทำให้สับปะรดของไทยมีความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกได้สูงขึ้น โดยปกติสับปะรดเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิดที่ระบายน้ำดี ได้แก่ ดินร่วน ดินร่วนปนทราย และดินปนลูกรัง ดินทรายชายทะเล มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินควรเป็นกรดเล็กน้อย คือตั้งแต่ 4.5–5.5 (เกตุอร, ม.ป.ป.) ซึ่งดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ จะมีอัตราการตรึงฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์กับพืชสูง ส่วนโพแทสเซียมจะสูญเสียไปและ/หรืออยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้สะสมในดิน เกษตรกรจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีทุกครั้งที่ทำการเพาะปลูกสับปะรด และเพิ่มปริมาณขึ้นทุกปี ทำให้ต้นทุนในการผลิตสับปะรดสูงขึ้น ดังนั้นการเปลี่ยนธาตุอาหารจากรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์สามารถลดปริมาณการใส่ปุ๋ย และลดต้นทุนในการผลิตสับปะรดได้

การใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร เช่น **แบคทีเรียละลายฟอสเฟต** ซึ่งมีความสามารถละลายสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตโดยสร้างและปลดปล่อยกรดอินทรีย์ (กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิก เป็นต้น) (Whitelaw, 2000; Maliha *et al*., 2004) และ/หรือ กรดอนินทรีย์ (กรดไนตริกและกรดซัลฟูริก) (Azam and Memon, 1996) ออกมาเพื่อละลายสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตที่อยู่ในดิน เป็นฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินในรูปโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{2-}) และไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$) (Frossard *et al*., 1995) และ**แบคทีเรียละลายโพแทช** ซึ่งสามารถละลาย K-minerals เช่น mica illite และ orthoclase ในดินโดยการผลิตและปลดปล่อยกรดอินทรีย์ หรือการผลิต capsular polysaccharide (Friedrich *et al*., 1991; Sheng and He, 2006) ทำให้ธาตุอาหารพืชดังกล่าวปลดปล่อยออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการลดการสะสมธาตุอาหารพืชในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ในดิน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชได้

ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่มีความสามารถละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชมีการศึกษาไม่มากนัก โดยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาของต่างประเทศ ซึ่งเป็นการคัดแยกจุลินทรีย์ และทดสอบความสามารถของจุลินทรีย์ละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการศึกษาการใช้แบคทีเรียที่มีความสามารถละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทช จึงเป็นการสร้างองค์ความรู้ที่สำคัญต่อการพัฒนาต่อยอดให้อยู่ในรูปปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพในปัจจุบัน ที่มีความสามารถละลายฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว

7. วิธีดำเนินการ

- สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. แบคทีเรียละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทช *Burkholderia ferrariae* PaS2(1)
2. หน่อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

กรมวิชาการเกษตร

3. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

4. สารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ แคลเซี่ยมคาร์ไบด์ และอีทีฟอน

5. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช ได้แก่ กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) กรดไนตริก (HNO_3) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)\cdot 6H_2O$) สตรอนเทียมคลอไรด์ ($SrCl_2\cdot 6H_2O$) แอมโมเนียมฟลูออไรด์ ($NH_4F$) เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4\cdot 7H_2O$) คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4\cdot 5H_2O$) โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) แอมโมเนียมเมตาวานาเดท (NH_4VO_3) แอมโมเนียมโมลิบเดต ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) แอมโมเนียมอะซิเตท ($C_2H_7NO_2$) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4\cdot 7H_2O$) ซีลีเนียมมิกซ์เจอร์ ฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์ เอทานอล กรดบอริก ฟีนอล น้ำตาลกลูโคส ฯลฯ

6. วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ จานเพาะเลี้ยง (petri dish) หลอดทดลอง (test tube) กระบอกตวง (cylinder) บีกเกอร์ (beaker) ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) กรวยกรอง (funnel) บิวเรต (buret) ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ปิเปตแก้ว (pipette) กระดาษกรอง (filter paper) ฯลฯ

7. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่งสาร (balance) หม้อนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (autoclave) ตู้ปลอดเชื้อ (laminar flow) ตู้ดูดไอสารเคมี (fume hood) เครื่องบ่มเขย่า (incubator shaker) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) เครื่องให้ความร้อน (hotplate) สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS spectrophotometer) เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (atomic absorption spectrophotometer) เครื่องย่อยตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีคเจลดาห์ล (Kjeldahl digestion furnace) ฯลฯ

- กรรมวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 6 กรรมวิธี ทำ 4 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่แช่หน่อพันธุ์ในสารแขวนลอย *B. ferrariae* PaS2(1)

กรรมวิธีที่ 2 ไม่แช่หน่อพันธุ์ในสารแขวนลอย *B. ferrariae* PaS2(1) + ใส่หินฟอสเฟต

กรรมวิธีที่ 3 แช่หน่อพันธุ์ในสารแขวนลอย *B. ferrariae* PaS2(1)

กรรมวิธีที่ 4 แช่หน่อพันธุ์ในสารแขวนลอย *B. ferrariae* PaS2(1) + ใส่หินฟอสเฟต

กรรมวิธีที่ 5 แช่หน่อพันธุ์ในปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตของกรมฯ

กรรมวิธีที่ 6 แช่หน่อพันธุ์ในปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตของกรมฯ + ใส่หินฟอสเฟต

- วิธีการ

1. คัดเลือกแปลงเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อใช้เป็นแปลงทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

2. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร และ 15 - 30 เซนติเมตร มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินก่อนการเพาะปลูก

3. เตรียมแปลงย่อยเพื่อใช้ในการศึกษาทดลองข้างต้น โดยแต่ละแปลงย่อยมีขนาด 5.5×6 เมตร

4. ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม ตามกรรมวิธีของแผนการทดลอง

5. ปลูกสับปะรดเป็นแถวคู่ระยะห่างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถวคู่ 1 เมตร

6. การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ตามกรรมวิธีของแผนการทดลอง หลังปลูก 1 - 3 เดือน โดยใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น

7. การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ย 21-0-0 และ 0-0-60 หลังปลูก 6 เดือน โดยใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น ในปริมาณเท่ากันทุกกรรมวิธี ตามค่าวิเคราะห์ดินของคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

8. ดูแลกำจัดวัชพืช

9. บังคับการออกดอก หลังปลูกสับปะรดอายุได้ 9 เดือน โดยใช้ถ่านแก๊ส (แคลเซียมคาร์ไบด์, CaC_2) หยอดในช่วงเช้าหรือเย็น ปริมาณ 1 กรัมต้น

10. เก็บเกี่ยวผลผลิต หลังบังคับการออกดอก 4-5 เดือน โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 3 × 4 เมตร

11. เก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ ราก ใบ ผล มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

12. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร และ 15 - 30 เซนติเมตร มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินหลังการเพาะปลูก

- การบันทึกข้อมูล

1. สมบัติกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณจุลินทรีย์ดิน

2. ข้อมูลการเจริญเติบโตของสับปะรด ได้แก่

2.1 วัดความสูงของสับปะรด โดยวัดจากโคนต้นจนถึงยอดในที่สูงที่สุด

2.2 ความกว้าง และความยาวใบ D-leave

3. ข้อมูลร้อยละการติดดอกของสับปะรด

4. ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในตัวอย่างพืช

5. การดูดใช้ธาตุอาหารของพืชในแต่ละส่วน คำนวณปริมาณธาตุอาหาร โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดใช้} = \frac{(\text{ความเข้มข้นของธาตุอาหาร} \times \text{น้ำหนักแห้งของพืช})}{100}$$

สำนักวิชาการเกษตร

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลาทำการทดลอง: ตุลาคม 2562 – กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง : ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน

พื้นที่เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ต.สามกระทาย อ.กุยบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการใช้แบคทีเรียละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชที่คัดเลือกไว้กับสับปะรดในสภาพแปลงทดลองใช้แปลงเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลสามกระทาย อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 2 ไร่ ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 2 ระดับ คือ 0 - 15 เซนติเมตร และ 15 – 30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง (12 ธันวาคม 2562) พบว่า ที่ระดับ 0 - 15 เซนติเมตร มีเนื้อดิน เป็นดินทรายปนดินร่วน (Loamy Sand; LS) มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.73 มีอินทรียวัตถุ ร้อยละ 0.68 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 59.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 57.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระดับ 15 - 30 เซนติเมตร มีเนื้อดิน เป็นดินทรายปนดินร่วน (Loamy Sand; LS) มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.51 มีอินทรียวัตถุ ร้อยละ 0.42 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 48.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 32.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากคุณสมบัติของดินสามารถกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2553) คือปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 75-34-68 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ 1/4N+1/2P+1/4K รองก้นหลุม ครั้งที่ 2 ใส่ 1/4N+1/2P+1/4K หลังปลูก 1-3 เดือน ใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น และครั้งที่ 3 ใส่ 1/2N+1/2K หลังปลูก 6 เดือน ใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น

Table 1 General characteristics of soils before planting

Soil depth (cm)	Soil texture	pH H_2O (1:1)	OM (%)	Total P (mg/kg)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0 - 15	Loamy sand	4.73	0.64	59.82	7.27	57.63
15 - 30	Loamy sand	4.51	0.42	48.35	5.22	32.66

เนื่องด้วยงบประมาณดำเนินงานที่มีจำกัด และเกิดการระบาดของโควิด 19 ทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนดำเนินงาน และไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ จึงขอยุติการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการใช้แบคทีเรียละลายทั้งฟอสเฟตและโพแทชที่คัดเลือกไว้กับสับปะรดในสภาพแปลงทดลอง จากคุณสมบัติของดินสามารถกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2553) คือปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 75-34-68 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ 1/4N+1/2P+1/4K รองก้นหลุม ครั้งที่ 2 ใส่ 1/4N+1/2P+1/4K หลังปลูก 1-3 เดือน ใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น และครั้งที่ 3 ใส่ 1/2N+1/2K หลังปลูก 6 เดือน ใส่บริเวณกาบใบล่างชิดโคนต้น แต่ด้วยงบประมาณดำเนินงานที่มีจำกัด และเกิดการระบาดของโควิด 19 ทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนดำเนินงาน และไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลวิเคราะห์ดินเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เกษตรกรสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการดินและปุ๋ยในพื้นที่ได้

11. คำขอบคุณ

-

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกตุอร ทองเครือ. ม.ป.ป. การปลูกสับปะรดระบบเกษตรอินทรีย์. สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558. หน้า 64-67.

Azam, F. and G.H. Memon. 1996. Soil organisms. Pages. 200–232. In: E. Bashir and R. Bantel., (eds.) Soil science. National Book Foundation, Islamabad.

Friedrich, S., N.P. Platonova, G.I. Karavaiko, E. Stichel and F. Glombitza, 1991. Chemical and microbiological solubilization of silicates. Acta Biotechnologica, 11: 187-196.

Frossard, E.; M. Brossard; M.J. Hedley and A. Metherell. 1995. Reactions controlling the cycling of P in soils. Pages. 107–138. In: H. Tiessen., (eds.) Phosphorus in the Global Environment. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, U.K.

Maliha, R.; K. Samina; A. Najma; A. Sadia and L. Farooq. 2004. Organic acids production and phosphate solubilization by phosphate solubilizing microorganisms under in vitro conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences 7: 187–196.

กรมวิชาการเกษตร

Sheng, X.F. and L.Y. He, 2006. Solubilization of potassium-bearing minerals by a wild-type strain of Bacillus edaphicus and its mutants and increased potassium uptake by wheat. Can. J.

Whitelaw, M.A. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. Advances in Agronomy 69:99–151.

กรมวิชาการเกษตร