

วิธีการใช้ *Streptomyces*-PR87 ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของ มะเขือเทศ

Application of *Streptomyces*-PR87 for growth enhancement of tomato

อัสศิริ กลางสวัสดิ์¹ และ เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล^{1*}

Assiri Klangsawad¹ and Petcharat Thummabenjapone^{1*}

บทคัดย่อ: การใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต และส่งเสริมต้นพืชปลูกให้มีสุขภาพที่ดี งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการหาวิธีการใช้เชื้อปฏิปักษ์ *Streptomyces*-PR87 ที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศทั้งในระยะต้นกล้าและหลังย้ายปลูกในแปลง เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับแนะนำการใช้ให้แก่เกษตรกรต่อไป ทำการทดลองในมะเขือเทศ 2 พันธุ์ คือพันธุ์ สีดา และ Tomato 32 ในระยะต้นกล้า โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่ระดับ OD₆₀₀ = 0.2, 1 และ 5 และความถี่ในการใช้หยอดต้นกล้าทุก 3, 5 หรือ 7 วัน และการใช้วิธีแช่เมล็ดในสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 นาน 24 ชั่วโมงก่อนเพาะ หรือการหยอดเชื้อทันทีภายหลังการเพาะเมล็ด พบว่า วิธีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เหมาะสมสำหรับส่งเสริมการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าของมะเขือเทศคือการเติมสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ความเข้มข้น OD₆₀₀ = 1 ปริมาตร 2 มล./ต้น ทุก 7 วัน เริ่มจากหยอดเมล็ดโดยไม่ต้องแช่เมล็ดกับเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ก่อนเพาะ ต้นกล้ามะเขือเทศทั้งสองสายพันธุ์ที่ได้รับเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ในความเข้มข้นที่เหมาะสม มีการพัฒนาของส่วนลำต้นและระบบรากได้ดีกว่าที่ไม่ได้ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแนวทางเบื้องต้นที่เหมาะสมสำหรับการใช้ *Streptomyces*-PR87 ในระยะหลังย้ายปลูกของมะเขือเทศ คือการพ่นสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ระดับ OD₆₀₀ = 1 ที่ส่วนใบและรอบโคนต้นอย่างต่อเนื่อง ทุก 7 วัน จำนวน 7 ครั้ง ทำให้ความสูงของต้น และจำนวนใบจริงที่ 21 วันหลังย้ายปลูก จำนวนผลที่ติดในแต่ละต้นที่อายุ 55 วัน ในแถวที่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 มีค่าสูงกว่าแถวที่ไม่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: แอคติโนมัยซีส ปุ๋ยชีวภาพ มะเขือเทศอินทรีย์

ABSTRACT: Using plant growth promoting microbes is an alternative approach for reducing cost and enhancing good health of crop plants. This research aims to establish the application protocol for enhance growth of tomato at seedling and transplanting stages by antagonistic *Streptomyces*-PR87 which will be applied further to farmer. The experiments were carried out using two varieties of tomato, e.g. var.Sida and var.Tomato32. In seedling stage, the experiments were carried out in combinations with *Streptomyces*-PR87 concentration at OD₆₀₀=0.2, 1 and 5 and drenching interval at 3, 5 or 7 days, and seed soaking for 24 hours before sowing or directly drenching after seed sowing methods. The results showed that the most appropriated method for enhance growth and development of tomato seedlings was directly drenching with *Streptomyces*-PR87 at OD₆₀₀=1 after seed sowing and re-apply for 7 days interval. The shoot or root dry weight of *Streptomyces*-PR87 treated seedlings showed significantly higher than

¹ สาขาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Plant Pathology Division, Dept. of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

² ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Agricultural Biotechnology Research Center for Sustainable Economy, Khon Kaen University 40002

* Corresponding author: petsir@kku.ac.th

non-treated seedlings. For transplanting stage, the most appropriated method was continuous spraying plants with *Streptomyces*-PR87 cell suspension at $OD_{600}=1$ at 7 days interval for 7 times. The average height of tomato plants and number of leaves at 21 days after transplanting and number of setting fruits/plant at 55 days after transplanting were significantly higher in *Streptomyces*-PR87 applying treatment compared with non-treated treatment.

Keywords: Actinomycetes, Biofertilizer, Organic tomato

บทนำ

การใช้จุลินทรีย์ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเป็นแนวทางที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน เพื่อให้ลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีความสามารถในการส่งเสริมการเข้าธาตุอาหารของพืช, ช่วยส่งเสริมให้พืชมีสุขภาพที่ดี และยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้นด้วย (Jeffries et al., 2003 อ้างตาม Franco-Correa et al., 2010) เชื้อ *Streptomyces* เป็นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิดทั้งเชื้อรา และแบคทีเรียของพืชวงศ์ต่าง เช่น *Didymella bryoniae*, *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (เพชรรัตน์, 2545; บรรจบ, 2549) สำไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) (รัตติกาล และคณะ, 2554), ลดการเกิดโรคเหี่ยวเหี่ยวจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum* และช่วยส่งเสริมการเจริญของต้นมะเขือเทศ ในด้านความสูง, น้ำหนักต้นและรากสด รวมถึงความยาวรากที่ดีกว่า (เมธาวี, 2552) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการหาแนวทางในการใช้เชื้อปฏิปักษ์ *Streptomyces*-PR87 ที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศทั้งในระยะต้นกล้า และหลังย้ายปลูกในแปลง เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับแนะนำการใช้ให้แก่เกษตรกรต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมเซลล์ *Streptomyces*-PR87

เลี้ยง *Streptomyces*-PR87 บนอาหาร Arginine glycerol mineral salt agar (AGMA) บ่มที่อุณหภูมิ 28 °C นาน 7 วัน แล้วตัดชิ้นวุ้นที่มีเชื้อ ขนาดประมาณ 1×1 ซม. ย้ายลงในอาหาร Arginine glycerol mineral

salt broth (AGMB) ปริมาตร 150 มล./Flask เชยาที่ 150 รอบ/นาที่ ที่อุณหภูมิห้อง นาน 7 วัน นำมากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman®No.1) บ่มให้ละเอียดด้วย homogenizer ที่ความเร็ว 24,000 รอบ/นาที่ นาน 5 นาที วัดค่าการดูดซับแสงที่ความยาวคลื่น (OD) 600 nm เก็บรักษาเชื้อที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

การใช้ *Streptomyces*-PR87 ในระยะกล้าโดยวิธีการแช่เมล็ด

ทดสอบในมะเขือเทศ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สีดำ และ พันธุ์ Tomato32 (F1 hybrid) เตรียมเมล็ดโดยแช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยแบคทีเรีย *Streptomyces*-PR87 ที่ความเข้มข้น 3 ระดับได้แก่ $OD_{600}=0.2(L)$, $1(M)$ และ $5(H)$ นาน 24 ชั่วโมง กรรวิธีควบคุมได้แก่เมล็ดที่แช่ด้วยน้ำกรองหนึ่งฆ่าเชื้อ นำเมล็ดมาเพาะในถาดเพาะขนาด 104 หลุม โดยใช้ peat moss ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อเป็นวัสดุเพาะ เติมสารแขวนลอย *Streptomyces*-PR87 ตามระดับความเข้มข้นของเชื้อที่ทดสอบใน ปริมาตร 2 มล./หลุม ทุก 3, 5 และ 7 วัน รวมทั้งหมด 10 กรรวิธี ประกอบด้วย 3L, 3M, 3H, 5L, 5M, 5H, 7L, 7M, 7H และ C (กรรวิธีควบคุมที่ไม่ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87) นำไปไว้ในโรงเรือนตาข่ายรดด้วยน้ำสะอาดวันละครั้ง ประเมินผลการทดลองโดยการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 7, 10 และ 14 วัน หลังจากย้ายปลูก, วัดความสูง และนับจำนวนใบจริงที่แผ่ขยายเต็มที่ เปรียบเทียบกับกรรวิธีควบคุม ที่อายุ 21 และ 28 วันหลังจากเพาะ ทำการทดลองในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน 2555 ที่โรงเรือนทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การใช้ *Streptomyces*-PR87 ในระยะกล้าโดยการหยอดโคนต้นกล้า

ทดสอบในมะเขือเทศ 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์สีดา และ พันธุ์ Tomato32 (F1 hybrid) เพาะเมล็ดลงในถาดเพาะขนาด 104 หลุม ที่มี peatmoss ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วเป็นวัสดุเพาะ แล้วเติมสารแขวนลอย *Streptomyces*-PR87 ที่ความเข้มข้น $OD_{600} = 0.2(L), 1(M)$ และ $5(H)$ ลงในวัสดุเพาะที่มีเมล็ดอยู่ปริมาตร 2 มล./หลุม ทุกๆ 7 วัน กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อแทนการเติมเชื้อ *Streptomyces*-PR87 (C) นำไปไว้ในโรงเรือนตาข่ายรดด้วยน้ำสะอาดวันละครั้ง ประเมินผลการทดลองโดยการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 7, 10 และ 14 วัน หลังจากย้ายปลูก, วัดความสูงและนับจำนวนใบจริงที่แผ่ขยายเต็มที่ ที่ 21 และ 28 วันหลังจากย้ายปลูก, วัดมวลชีวภาพแห้งที่ 30 วันหลังจากเพาะโดยแยกส่วนรากและส่วนลำต้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ $60^{\circ}C$ นาน 5 วัน ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ทำการทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2555 ที่โรงเรือนทดลอง คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การใช้ *Streptomyces*-PR87 ในระยะหลังย้ายปลูก

นำต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดาอายุ 45 วันที่ได้จากการทดลองข้างต้น (มีเชื้อ *Streptomyces*-PR87 และต้นกล้าปกติไม่มีเชื้อ *Streptomyces*-PR87) มาย้ายปลูกในแปลงปลูกของเกษตรกร โดยแบ่งเป็น 2 กรรมวิธีประกอบด้วยกรรมวิธีที่ใช้ *Streptomyces*-PR87 (subgroup 1-4) ความเข้มข้น $OD_{600} = 1$ พันทุกสัปดาห์ จำนวน 7 ครั้ง และกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ใช้ *Streptomyces*-PR87 การให้น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีกำจัดฆ่าแมลงเป็นไปตามวิธีการดูแลของเกษตรกร ประเมินผลการทดลองโดยการวัดความสูงที่ 14, 28 และ 40 วันหลังจากย้ายปลูก, นับจำนวนใบจริงที่แผ่ขยายเต็มที่และจำนวนกิ่งแขนงที่ 21 วันหลังจากย้ายปลูก, จำนวนข้อ และจำนวนช่อดอกที่ 40 วันหลังจากย้ายปลูก, จำนวนผลที่ 55 วันหลังจากย้ายปลูก และประเมินน้ำหนักผลผลิต ทำการทดลองในช่วงเดือน

กันยายน-ธันวาคม 2555 ที่แปลงเกษตรกร ตำบลโนนท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทุกการทดลองวางแผนแบบ RCBD เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistic Analysis System (SAS 9.1) (มนต์ชัย, 2537; Schlotzhauer, 1987)

ผลการศึกษา

ประสิทธิภาพการส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศในระยะกล้า

การใช้ *Streptomyces*-PR87 แชนเมล็ดมะเขือเทศนาน 24 ชั่วโมงก่อนนำไปเพาะทั้งในพันธุ์สีดาและ Tomato32 พบว่าเมล็ดมะเขือเทศงอกเร็วกว่ากรรมวิธีควบคุมที่แช่เมล็ดในน้ำกรองนึ่งฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตามการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 มีความเข้มข้นสูง ($OD_{600} = 5$) ทุก 3 วันในมะเขือเทศพันธุ์สีดามีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ มีจำนวนใบที่อายุ 28 วันมากกว่า (6.40 ใบ/ต้น) (Table 1) ส่วนในพันธุ์ Tomato32 ก็แสดงผลในการทำงานเดียวกัน (Table 2)

เมื่อเปลี่ยนมาเป็นวิธีที่นำเมล็ดมาเพาะก่อนแล้วจึงเติมเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ลงไปโดยไม่ต้องแช่เมล็ดทั้งในพันธุ์สีดา และ Tomato 32 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กับกรรมวิธีควบคุม ต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์สีดา ที่อายุ 21 วันหลังจากเพาะเมล็ดในกรรมวิธีที่มีการใช้ *Streptomyces*-PR87 ทุกความเข้มข้น มีจำนวนใบจริงมากกว่าในวันที่ 21 และ 28 วันหลังจากเพาะเมล็ด (5.20-5.27 และ 8.30-8.47 ใบ/ต้น ตามลำดับ) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้ (4.83 และ 7.50 ใบ/ต้น ตามลำดับ) (Table 3)

ในพันธุ์ Tomato 32 เมื่อใช้ *Streptomyces*-PR87 ไม่ได้ส่งผลในเชิงลบกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ความสูงของต้นกล้าที่อายุ 21 วันหลังเพาะในกรรมวิธีที่ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 เข้มข้น $OD_{600}=0.2$ และ 5 มีความสูงเฉลี่ย (8.41 ซม. และ 9.21 ซม.ตามลำดับ) มากกว่าต้นกล้าปรกติที่ไม่ได้ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 (7.86 ซม.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีจำนวนใบจริงเฉลี่ยมากที่สุด (3.77 และ 4.03 ใบต่อต้น ตามลำดับ) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้ (3.30 ใบ/ต้น) และที่อายุ 28 วันหลังเพาะ ในกรรมวิธีที่มีการใช้ *Streptomyces*-PR87 ทุกความเข้มข้นมีจำนวนใบจริงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้เชื้อ *Streptomyces* $OD_{600}=5$ (H) มีจำนวนใบจริงเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือที่ระดับ $OD_{600}=1$ (M) และ 0.2 (L) เป็น 5.80, 5.67 และ 5.37 ใบ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้มีใบจริงเฉลี่ย 4.70 ใบ/ต้น (Table 4)

เมื่อพิจารณาในด้านน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพของต้นกล้าที่อายุ 28 วันหลังจากเพาะเมล็ด พบว่าในพันธุ์สีดากรรมวิธีที่มีการใช้ *Streptomyces*-PR87 $OD_{600}=1$ (M) มีน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นมากที่สุด (375.74 มก./ต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่ระดับ $OD_{600}=0.2$ และ $OD_{600}=1$ ถึงแม้ว่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี

ควบคุม (331.77 มก./ต้น) แต่ก็มีแนวโน้มของน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 น้ำหนักแห้งของมวลส่วนรากในมะเขือเทศพันธุ์สีดาไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณามวลรวมของต้นกล้า พบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันกับข้อมูลน้ำหนักแห้งของมวลส่วนลำต้น (Table 3)

ในพันธุ์ Tomato 32 ที่มีการใช้ *Streptomyces*-PR87 ระดับ $OD_{600}=1$ (M) และ 5(H) มีน้ำหนักแห้งของมวลส่วนลำต้นมากที่สุด (389.79 มก./ต้น และ 404.89 มก./ต้น ตามลำดับ) แตกต่างในทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 (332.37 มก./ต้น) การใช้ *Streptomyces*-PR87 ทุกความเข้มข้นส่งผลทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนรากไม่แตกต่างกันในทางสถิติคือ อยู่ระหว่าง 61.23–64.02 มก./ต้น ซึ่งสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้ (47.57 มก./ต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อประเมินผลรวมน้ำหนักแห้งทั้งต้นพบว่า การใช้ *Streptomyces*-PR87 ทุกระดับ ($OD_{600}=0.2$, 1 และ 5) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (เฉลี่ย 436.57 มก./ต้น, 451.02 mg/ต้น และ 468.91 mg/ต้น,ตามลำดับ)แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 (380.44 มก./ต้น)(Table 4)

Table 1 Effect of *Streptomyces*-PR87 in growth of tomato seedlings var. Sida after soaking seeds in different concentration of bacterial cell suspension and timing for drenching with particular concentration of *Streptomyces*-PR87 cell suspension after seed sowing under greenhouse condition.

Treatment**	Germination (%)			Height (cm.)		No. of true leaf	
	7DAS*	10DAS*	14DAS*	21 DAS*	28 DAS*	21 DAS*	28 DAS*
C (control)	69.50 ^a	73.03 ^a	75.26 ^a	6.71 ^a	9.61 ^a	4.90 ^a	6.06 ^{ab}
3L	54.76 ^{abcd}	62.10 ^{ab}	65.66 ^{ab}	5.55 ^{ab}	8.24 ^{abc}	4.86 ^a	5.53 ^{bcd}
3M	11.50 ^g	25.90 ^e	34.23 ^d	4.13 ^e	5.58 ^f	3.76 ^e	5.00 ^d
3H	38.73 ^{def}	51.90 ^{bc}	61.50 ^{abc}	5.36 ^{bc}	9.11 ^a	4.96 ^a	6.40 ^a
5L	51.86 ^{abcd}	59.56 ^{ab}	57.66 ^{abc}	5.07 ^{bcd}	7.17 ^{cde}	4.76 ^{ab}	5.50 ^{bcd}
5M	22.40 ^{gf}	30.10 ^{de}	38.40 ^d	4.26 ^{de}	6.17 ^{ef}	4.33 ^{cd}	5.23 ^{cd}
5H	25.30 ^{efg}	40.00 ^{cde}	47.06 ^{cd}	4.61 ^{cde}	5.39 ^f	4.30 ^d	5.30 ^{cd}
7L	49.66 ^{bcd}	53.16 ^{bc}	58.93 ^{abc}	4.96 ^{bcd}	7.62 ^{bcd}	4.73 ^{abc}	5.73 ^{bc}
7M	42.26 ^{cde}	47.40 ^{bcd}	50.90 ^{bcd}	4.92 ^{bcd}	7.22 ^{cde}	4.66 ^{abcd}	5.46 ^{cd}
7H	28.13 ^{efg}	36.50 ^{cde}	45.46 ^{cd}	4.22 ^{de}	6.56 ^{def}	4.36 ^{bcd}	5.46 ^{cd}
C.V. (%)	23.40	19.65	16.94	10.48	10.36	4.95	5.37

*Means within the same column with a common letter are not significantly different by DMRT ($P < 0.05$)

**Treatment: different timing of application every 3, 5 or 7 days, concentration of cell suspension; L= OD₆₀₀ 0.2, M= OD₆₀₀ 1 and H= OD₆₀₀ 5

Table 2 Effect of *Streptomyces*-PR87 in growth of tomato seedlings var. Tomato 32 after soaking seeds in different concentration of bacterial cell suspension and timing for drenching with particular concentration of *Streptomyces*-PR87 cell suspension after seed sowing under greenhouse condition.

Treatment**	Germination (%)			Height (cm.)		No. of true leaf	
	7DAS*	10DAS*	14DAS*	21 DAS*	28 DAS*	21 DAS*	28 DAS*
C (control)	95.13 ^a	97.06 ^a	93.86 ^a	10.48 ^a	14.56 ^{ab}	4.10 ^{abc}	4.23 ^c
3L	75.26 ^{ab}	82.03 ^{bc}	86.13 ^{ab}	5.89 ^d	8.93 ^e	3.83 ^{abc}	4.16 ^c
3M	81.40 ^{ab}	89.06 ^{ab}	93.86 ^a	6.67 ^{cd}	10.36 ^{de}	3.83 ^{abc}	4.10 ^c
3H	79.76 ^{ab}	85.20 ^{abc}	88.70 ^{ab}	9.51 ^{ab}	14.81 ^a	4.16 ^a	4.76 ^a
5L	72.70 ^b	76.23 ^c	79.43 ^b	7.78 ^{bcd}	10.98 ^{cde}	3.96 ^{abc}	4.26 ^{bc}
5M	86.83 ^{ab}	90.03 ^{ab}	91.30 ^{ab}	7.68 ^{bcd}	10.84 ^{cde}	3.96 ^{abc}	4.13 ^c
5H	79.46 ^{ab}	88.43 ^{abc}	90.33 ^{ab}	8.69 ^{abc}	13.89 ^{abc}	4.13 ^{abc}	4.63 ^{ab}
7L	76.86 ^{ab}	84.53 ^{abc}	91.73 ^{ab}	7.93 ^{abcd}	11.35 ^{cde}	3.86 ^{abc}	4.03 ^c
7M	93.90 ^a	93.90 ^{ab}	93.90 ^a	9.40 ^{ab}	13.20 ^{abcd}	3.76 ^c	4.16 ^c
7H	81.70 ^{ab}	85.23 ^{abc}	86.83 ^{ab}	7.74 ^{bcd}	11.70 ^{bcd}	4.06 ^{abc}	4.36 ^{bc}
C.V. (%)	12.71	7.41	8.05	15.91	13.13	4.54	4.89

*Means within the same column with a common letter are not significantly different by DMRT ($P < 0.05$)

**Treatment: different timing of application every 3, 5 or 7 days; concentration of cell suspension, L=OD₆₀₀ 0.2, M=OD₆₀₀ 1 and H= OD₆₀₀ 5

Table 3 Effect of *Streptomyces*-PR87 on growth of tomato var. Sida by drenching cell suspension at different concentration after seed sowing every 7 days interval under greenhouse condition.

Treatment**	Germination (%)			Height (cm.)		No. of true leaf		Seedling dry weight (mg)		
	7DAS*	10DAS*	14DAS*	21DAS*	28 DAS*	21DAS*	28DAS*	Shoot*	Root*	Total*
Control	60.90 ^{ns}	67.30 ^{ns}	74.03 ^{ns}	7.99 ^{ns}	21.30 ^{ns}	4.83 ^b	7.50 ^b	331.77 ^b	61.90 ^{ns}	393.67 ^b
L	51.60	58.65	71.15	8.54	20.36	5.20 ^a	8.30 ^a	361.75 ^{ab}	62.12	423.87 ^{ab}
M	50.96	57.37	61.53	8.60	19.86	5.20 ^a	8.47 ^a	375.74 ^a	66.72	442.46 ^a
H	57.37	71.47	76.60	8.98	23.16	5.27 ^a	8.47 ^a	341.81 ^b	59.07	404.88 ^{ab}
C.V. (%)	21.44	20.01	12.78	5.72	9.81	3.07	2.30	4.60	8.67	5.12

*Means within the same column with a common letter are not significantly different by DMRT ($P < 0.05$), ns=non significant.

**Treatment: concentration of *Streptomyces*-PR87 cell suspension, L=OD₆₀₀ 0.2, M=OD₆₀₀ 1 and H= OD₆₀₀ 5

Table 4 Effect of *Streptomyces* -PR87 on growth of tomato var. Tomato32 by drenching cell suspension at different concentration after seed sowing every 7 days interval under greenhouse condition.

Treatment**	Germination (%)			Height (cm.)		No. of true leaf		Seedling dry weight (mg) 28DAS		
	7DAS*	10DAS*	14DAS*	21DAS*	28 DAS*	21DAS*	28DAS*	Shoot*	Root*	Total*
Control	53.85 ^{ns}	83.33 ^{ns}	84.93 ^{ns}	7.86 ^b	20.14 ^{ns}	3.30 ^c	4.70 ^c	332.87 ^b	47.57 ^b	380.44 ^b
L	48.71	76.28	80.12	7.83 ^b	19.11	3.53 ^{bc}	5.37 ^b	372.79 ^{ab}	63.77 ^a	436.57 ^a
M	56.41	80.12	83.01	8.41 ^{ab}	20.16	3.77 ^{ab}	5.67 ^{ab}	389.79 ^a	61.23 ^a	451.02 ^a
H	57.05	80.44	83.97	9.21 ^a	21.16	4.03 ^a	5.80 ^a	404.89 ^a	64.02 ^a	468.91 ^a
C.V. (%)	18.75	8.36	4.56	5.67	9.64	4.71	3.45	6.67	7.76	6.44

*Means within the same column with a common letter are not significantly different by DMRT ($P < 0.05$), ns=non significant.

**Treatment: concentration of *Streptomyces*-PR87 cell suspension, L =OD₆₀₀ 0.2, M=OD₆₀₀ 1 and H= OD₆₀₀ 5

ประสิทธิภาพการส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศหลังย้ายปลูก

ในสภาพการเพาะปลูกของเกษตรกรในระยะหลังย้ายปลูกของต้นมะเขือเทศพันธุ์สีดา พบว่าในแปลงที่มีการใช้ *Streptomyces*-PR87 พ่นทุกสัปดาห์ มีจำนวนใบจริงของต้นมะเขือเทศที่ย้ายปลูกได้ 21 วัน (เฉลี่ย 9.87-11.73 ใบ/ต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแถวที่ไม่ได้ใช้ (เฉลี่ย 8.37 ใบ/ต้น) การเจริญเติบโตในทางความสูงมีมากกว่าต้นมะเขือเทศที่ไม่มีการใช้เชื้อซึ่งเห็นได้ชัดเจนที่ 40 วันหลังย้ายปลูก (เฉลี่ย 76.20-79.03 ซม.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กับแถวที่ไม่ได้ใช้ (เฉลี่ย 64.60 ซม.) ส่วนจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นในกรรมวิธีที่ใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 มีแนวโน้มมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้เมื่อประเมินที่ 21 วันหลังย้ายปลูก ส่วนจำนวนช่อดอกที่อายุ 40 วันหลังย้ายปลูกก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาจำนวนผลที่ติดในแต่ละต้นที่อายุ 55 วัน ในแถวที่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 พ่นทุกสัปดาห์ มีจำนวนผล (เฉลี่ย 31.33-40.13 ผล/ต้น) มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแถวที่ไม่มีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 (เฉลี่ย 27.83 ผล/ต้น) (Table 5)

Table 5 Effect of *Streptomyces* -PR87 on plant height, number of true leaf, number of node, number of florets, number of fruit and weight/fruit at transplanted stage in field trial (var. Sida).

Treatment	Plant Height (cm.)			No. of true leaf	No. of branch	No. of node 40	No. of florets	No. of fruits
	14DAT*	28DAT*	40DAT*	21DAT*	21DAT*	DAT*	40DAT*	55 DAT*
No Strep. Control	16.87 ^b	47.80 ^b	64.60 ^b	8.37 ^c	6.50 ^b	11.33 ^{ns}	12.03 ^{ns}	27.83 ^c
<i>Streptomyces</i> -PR87								
S1	23.80 ^a	52.37 ^a	79.03 ^a	11.73 ^a	7.20 ^b	10.53	9.77	26.77 ^c
S2	19.17 ^b	52.37 ^{ab}	77.23 ^a	10.70 ^{ab}	8.13 ^a	10.57	10.60	36.43 ^{ab}
S3	18.40 ^b	51.30 ^{ab}	76.20 ^a	10.10 ^b	7.03 ^b	10.57	9.17	31.33 ^{bc}
S4	18.07 ^b	51.40 ^{ab}	71.73 ^{ab}	9.87 ^b	7.13 ^b	10.93	13.90	40.13 ^a
C.V. (%)	12.03	7.63	5.94	6.01	6.43	5.94	13.36	13.45

*Means within the same column with a common letter are not significantly different by DMRT ($P < 0.05$), ns=non significant.

สรุปและวิจารณ์

Streptomyces-PR87 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศได้ตั้งแต่ในระยะต้นกล้า และหลังย้ายปลูกในแปลง การแช่เมล็ดมะเขือเทศกับเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ก่อนนำไปเพาะเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม พันธุ์ Tomato 32 มีการตอบสนองต่อเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ได้ชัดเจนกว่าในพันธุ์สีดา ต้นกล้ามะเขือเทศที่ได้รับเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ในความเข้มข้นที่เหมาะสม มีการพัฒนาของส่วนลำต้น และระบบรากได้ดีกว่าที่ไม่ได้ใช้ เช่นเดียวกับที่ Lemessa and Zaller (2007) พบว่าการใช้แบคทีเรียปฏิบักร์เช่น *Streptomyces setonii*, *Bacillus subtilis* และ fluorescent pseudomonas ทำให้ต้นมะเขือเทศมีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงกว่าในต้นที่ไม่ได้ใช้สายพันธุ์ของมะเขือเทศอาจมีผลต่อการตอบสนองต่อการใช้ *Streptomyces*-PR87 เช่นเดียวกับที่ Vanitha et al. (2009) พบว่า *Pseudomonas fluorescens* มีผลต่อการงอก, การเจริญทางความสูงของลำต้น และความยาวของรากในมะเขือเทศ 3 สายพันธุ์แตกต่างกันถึงแม้ว่าได้รับเชื้อปฏิบักร์ในปริมาณที่เท่ากัน ส่วนกลไกการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ในมะเขือเทศนี้อาจเนื่องจากการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในกลุ่ม

auxin ออกมา (ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) ซึ่ง auxin ที่ผลิตจากจุลินทรีย์มีผลต่อการแตกราก, การยืดยาวของราก และการเจริญของต้นพืช (Khare and Arora, 2011) ต้นพืชอาจทนทานต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ หรือสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันได้มาก เนื่องมาจากการมีระบบรากพืชที่แข็งแรง ส่วนในทางอ้อมคือการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 สามารถสร้างสาร secondary metabolites หลายชนิดที่ยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชได้ ช่วยลดการเกิดโรคต่างๆ กับต้นพืช

จากผลการวิจัยนี้สามารถกำหนดแนวทางเบื้องต้นสำหรับการใช้ *Streptomyces*-PR87 ในระยะกล้าคือ หยอดสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 เข้มข้น $OD_{600}=1$ ในปริมาตร 2 มล.ต่อหลุมทุก 7 วัน ส่วนการใช้หลังย้ายปลูก คือพ่นสารแขวนลอยเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ะดับ $OD_{600}=1$ ที่ใบและรอบโคนต้น ทุก 7 วัน ติดต่อกันจำนวน 7 ครั้ง อย่างไรก็ตามควรทดสอบซ้ำในสภาพการเพาะปลูกมะเขือเทศที่แตกต่างออกไปพร้อมกับประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมโรคที่สำคัญของมะเขือเทศไปด้วยเพื่อนำไปสู่วิธีการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับจัดการต้นมะเขือเทศที่ปลูกให้ได้ผลผลิตดี ลดต้นทุนด้านปุ๋ย และสารเคมีกำจัดโรคพืช

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนา มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยผ่านโครงการเครือข่ายวิจัยสินค้าอาหารและอาหารสุขภาพของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับทุนวิจัยอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร เพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- บรรจบ วันกิ่ง. 2549. การจำแนกชนิด *Streptomyces* ปฏิบัติของเชื้อ *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* สาเหตุโรคผลเน่าแฉะที่เรีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. 2545. *Streptomyces* อีกมิติหนึ่งของการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. แก่นเกษตร 30:20-27.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2537. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสถิติ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เมธาวี ธิมาศ. 2552. ศักยภาพของเชื้อ *Streptomyces* spp. ต่อการควบคุมโรคเหี่ยวเหี่ยวและโรครากปมมะเขือเทศและความสัมพันธ์ระหว่างพี ไนโตรเจนและจีไนโตรเจนของเชื้อ *Streptomyces* spp. ต่อความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Ralstonia solanacearum*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิติกาลยุทธศิลป์, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และ อนันต์ หิรัญสาส์. 2554. การคัดเลือกไอโซเลต *Streptomyces* ที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*). แก่นเกษตร 39:219-224.
- Khare, E. and K.A. Naveen. 2010. Effect of Indole-3-acetic acid (IAA) produced by *Pseudomonas aeruginosa* in suppression of charcoal rot disease of chickpea. *Currmicrobiol.* 61:64-68.
- Franco-Correa, M., A. Quintana, C. Duque, C. Suarez, M.X. Rodríguez, and J.M. Barea. 2010. Evaluation of actinomycete strains for key traits related with plant growth promotion and mycorrhiza helping activities. *Appl. Soil Ecol.* 45:209-217.
- Lemessa, F. and W. Zeller. 2007. Screening rhizobacteria for biological control of *Ralstonia solanacearum* in Ethiopia. *Biol. Control* 42:336-344.
- Schlotzhauer, S.D. 1987. SAS System for elementary statistical analysis. SAS Institute. USA.
- Vanitha, S.C., S.R. Niranjana, C.N. Mortensen, and S. Umesha. 2009. Bacterial wilt of tomato in Karnataka and its management by *Pseudomonas fluorescens*. *Biol. Control* 65:685-695.