

Efficiency of Biofertilizer in Accelerating Growth of Chinese Kale, Cantonese and Celery under Organic Farming

การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพต่อการเร่งการเจริญเติบโตของผักคะน้า กวางตุ้ง และขึ้นฉ่าย
ในการปลูกระบบอินทรีย์

Received	26 Apr 22
Reviewed	27 Ma 22
Revised	23 Jun 22
Accepted	27 Jun 22

Saovane Choojit

เสาวณี ชูจิต

Department of General Science, Faculty of Science and Technology, Muban Chombueng Rajabhat University, Ratchaburi

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี

*Corresponding Author, Tel +6691-8495963, E-mail: saovanecho@mcru.ac.th

*ผู้รับผิดชอบประสานงาน โทรศัพท์ 091-8495963 อีเมล: saovanecho@mcru.ac.th

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the efficiency of bacteria groups which had certain properties to promote plant growth. The bacteria group was used as a group for the preparation of biofertilizers by mixing organic fertilizer with the isolated bacteria and then used for growing 3 types of organic vegetables, namely kale, cantonese and celery. The experiment was designed by completely randomized design consisting of 4 methods which the ratio of organic fertilizer to bacteria group at 1:0, 1:0.5, 1:1, and 1:1.5. The results showed that, the biofertilizers were affected the growth of all 3 types of vegetables in terms of plant height, leaf length, leaf width, and plant weight. Specifically, in the average weight, the average weight of the kale of biofertilizer ratio of 1:1 gave the highest mean weight of kale at 158.5 g while the ratio of biofertilizer ratio of 1:1.5 gave the average weight of the cantonese kale at 186.7 g, and the mean weight of celery was found that biofertilizer ratio of 1:1.5 gave the highest mean weight of celery at 24.8 g, which was a statistically significant difference at 95 percent compared to the organic fertilizer that does not add bacteria. It can be concluded that the biofertilizer obtained the bacteria group has an effect on accelerating the growth of vegetables in organic cultivation. It can be developed into a product or a component of the product for use in promoting plant growth effectively.

Keywords: Plant growth promoting bacteria, Nitrogen fixation, Phosphorus solubilization, Potassium solubilization

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกลุ่มเชื้อแบคทีเรีย ที่มีคุณสมบัติบางประการในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การเตรียมปุ๋ยชีวภาพโดยนำปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรใช้ตามปกติมาผสมกับหัวเชื้อแบคทีเรีย จากนั้นนำปุ๋ยชีวภาพที่ได้ไปใช้ในการปลูกผักอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง และขึ้นฉ่าย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรียที่ 1:0 1:0.5 1:1 และ 1:1.5 พบว่าปุ๋ยชีวภาพที่ได้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักทั้ง 3 ชนิด ในด้านความสูงของต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ และน้ำหนักของต้น เมื่อพิจารณาที่น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิต พบว่าผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าที่ปุ๋ยชีวภาพอัตราส่วน 1:1 ให้ค่าน้ำหนักของคะน้าเฉลี่ยสูงสุด 158.5 กรัม ขณะที่ปุ๋ยชีวภาพ อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยของกวางตุ้งเฉลี่ยสูงสุดเป็น 186.7 กรัม และน้ำหนักเฉลี่ยของขึ้นฉ่ายพบว่าปุ๋ยชีวภาพ อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าน้ำหนักของขึ้นฉ่ายเฉลี่ยสูงสุด 24.8 กรัม ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่เติมเชื้อแบคทีเรีย จึงสามารถสรุปได้ว่าปุ๋ยชีวภาพที่ได้จากการใช้กลุ่มเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวมีผลเร่งการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการใช้ในการส่งเสริมการเจริญของพืชอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: เชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญของพืช การตรึงไนโตรเจน การละลายละลายฟอสเฟต การละลายโพแทสเซียม

1. บทนำ

จังหวัดราชบุรี ได้รับคัดเลือกจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ให้เป็นจังหวัดนำร่องเพื่อขับเคลื่อนนโยบายโครงการเกษตรสีเขียวด้วยเป็นจังหวัดที่มีความโดดเด่นในด้านปศุสัตว์และพืชผัก โดยจะมีการพัฒนาพื้นที่ที่มีศักยภาพให้เป็นพื้นที่สีเขียวที่มีรูปแบบกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมเพื่อการยกระดับสู่อุตสาหกรรมเกษตร ส่งเสริมการพัฒนาการเกษตรปลอดภัย สร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อลดและทดแทนการใช้สารเคมีในแปลงเกษตร โดยส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพทดแทนสารเคมี การเกษตรในการปลูกผัก เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม [1] ประชากรส่วนใหญ่ของจังหวัดราชบุรีประกอบอาชีพเกษตรกรรมมาช้านานตั้งแต่บรรพบุรุษซึ่งเป็นการทำเกษตรกรรมแบบเก่าซึ่งนิยมใช้สารเคมี แต่ใน

ปัจจุบัน เกษตรกรหลายรายเปลี่ยนมาทำเกษตรอินทรีย์หรือเกษตรปลอดภัย เพื่อตอบสนองนโยบายของจังหวัดและเห็นความสำคัญของสุขภาพและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ตลาดศรีเมืองได้จัดสร้างห้องปฏิบัติการสำหรับตรวจสอบพืชตกค้างในผัก/ผลไม้ ให้การรับรองในการทดสอบเพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคและรองรับตลาดสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้างในอนาคต ภายใต้การควบคุมของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [2]

เกษตรอินทรีย์ (เกษตรปลอดภัย) เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่ปราศจากการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมี (สารสังเคราะห์) การผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์เป็นการผลิตและใช้ปัจจัยการผลิตที่เน้นการใช้สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและปัจจัยการผลิตในท้องถิ่นเป็นหลัก แหล่งวัตถุดิบในการจัดสรรธาตุอาหารให้แก่พืช เช่น จากปุ๋ยคอก

จากปุ๋ยพืชสด จากปุ๋ยชีวภาพ และการใช้สารธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น เกษตรอินทรีย์มีจุดเริ่มต้นจากยุโรปและต่อมาได้แพร่หลายไปยังสหรัฐอเมริกาและทั่วโลกจนปัจจุบัน ซึ่งเป็นระบบการเกษตรกรรมที่สอดคล้องกับกรอบหลักการพัฒนาในช่วงปี พ.ศ. 2559–2573 ของที่ประชุมสหประชาชาติโดยกำหนดเป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development goals, SDGs) เพื่อแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนและระบบนิเวศของโลกที่เสื่อมโทรมลง ปัจจุบันการควบคุมทางชีวภาพจึงได้รับความสนใจและเป็นทางเลือกเพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร [3] การศึกษาคุณสมบัติและบทบาทของจุลินทรีย์กลุ่มส่งเสริมการเจริญของพืช (Plant growth promoting microorganisms) ซึ่งมีคุณสมบัติในการสร้างสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช พบว่า มีแบคทีเรียหลายชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของ Plant growth promoting bacteria (PGPB) ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชซึ่งจะอาศัยอยู่บริเวณผิวของราก และสามารถเกาะติดกับดินที่อยู่บริเวณรอบ ๆ รากพืช PGPB เป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิต โดยแบคทีเรียสามารถผลิตฮอร์โมนบางชนิด ตรึงไนโตรเจนให้กับพืช สร้างสารต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคให้กับพืช สังเคราะห์สารปฏิชีวนะ เอนไซม์ นอกจากนี้ยังสามารถละลายฟอสเฟต และสารอาหารชนิดอื่น ๆ ให้กับพืชได้ PGPB เป็นกลุ่มของแบคทีเรียหลากหลายสายพันธุ์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในสกุล Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Burkholderia, Gluconacetobacter, Enterobacter, Stenotrophomonas, Bacillus และ Serratia เป็นต้น งานวิจัยหลายเรื่องมีการอธิบายประสิทธิภาพการใช้แบคทีเรียร่วมกับพืช และสารที่แบคทีเรียผลิตออกมาเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช [4-7]

หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์หรือเรียกว่า ปุ๋ยชีวภาพ หรือปุ๋ยจุลินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงดินทางชีวภาพ ภายภาพชีวเคมี และการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ตามคำจำกัดความนี้

จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ไม่ทุกชนิดจะใช้ผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพได้ แต่ต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถสร้างธาตุอาหารขึ้นทางชีวภาพแล้วแบ่งให้พืชใช้ได้หรือมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะเจาะจงในการสร้างสารบางอย่างออกมา [4] ตลอดจนการปลดปล่อยธาตุอาหารจากอินทรีย์สารหรือจากอินทรีย์วัตถุ มีผลทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีรายงานการใช้เชื้อแบคทีเรียในการหมักปุ๋ยซึ่งสามารถส่งเสริมและเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ช่วยเพิ่มน้ำหนักทั้งต้นและรากของต้นกล้าและเร่งการเจริญเติบโตของผักหลายชนิด [5-6] ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการคัดแยกเชื้อกลุ่มนี้เพื่อใช้เป็นจุลินทรีย์เสริมในปุ๋ยอินทรีย์เพื่อยกระดับเป็นปุ๋ยชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักและประยุกต์ใช้ในการปลูกผักระบบอินทรีย์ และถ่ายทอดความรู้จากงานวิจัยให้แก่เกษตรกรในพื้นที่อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

2.วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 เชื้อแบคทีเรีย

เชื้อแบคทีเรียจำนวน 7 ไอโซเลต (CS1, CS2, CS3, CR1, CT1, KS3 และ KS5) ที่มีคุณสมบัติบางประการในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การตรึงไนโตรเจน การละลายละลายฟอสเฟตและโพแทสเซียม และการสร้างฮอร์โมนพืช ซึ่งคัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณรอบ ๆ พื้นที่แปลงปลูก และบริเวณรากพืชในแปลงแปลงปลูกผักอินทรีย์ในพื้นที่ตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี [8]

2.2 การเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรีย

เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดที่คัดเลือกมาเลี้ยงในอาหารเหลว Nutrient Broth (NB) ให้เชื้อแต่ละชนิดมีปริมาณ 10^8 CFU/mL จากนั้นผสมเชื้อแต่ละชนิดในอัตราส่วน 1:1 บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

24 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ แล้วนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ 1 ลิตร กากน้ำตาล 1 ลิตร น้ำเปล่า 20 ลิตร ใช้เวลา 2-3 วัน เปิดฝาเพื่อระบายแก๊สออก คนให้เข้ากันเล็กน้อยแล้วปิดฝาตามเดิม จากนั้นหมักทิ้งไว้เป็น 2 สัปดาห์ ก่อนนำไปใช้ทดสอบ

2.3 การปลูก

นำปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรใช้สำหรับปลูกผักอินทรีย์มากผสมกับหัวเชื้อแบคทีเรีย จากนั้นนำปุ๋ยชีวภาพที่ได้ไปใช้ในการปลูกผักอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง และ ขึ้นฉ่าย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design : CRD) การทดลองละ 30 ต้น จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรียที่ 1:0 1:0.5 1:1 และ 1:1.5 ผสมและหมักทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ โดยที่กรรมวิธีที่ 1 เป็นชุดควบคุม ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรใช้ปกติ บันทึกผลการทดลองโดยการวัดการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ วัด ความสูงของต้น ความกว้างและความยาวของใบ น้ำหนักของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว และระยะเวลาในการปลูก เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยหมักที่ไม่เติมจุลินทรีย์ส่งเสริมการเจริญของพืช โดยบันทึกผลทุก 2 สัปดาห์

2.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลผลระดับการย่อยของเอนไซม์เซลลูเลสจากเชื้อที่คัดแยกได้ และผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไซลอลิโกแซ็กคาไรด์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95.0 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Trial version)

3.ผลการวิจัย

3.1 คุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรีย

การคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญของพืช จากตัวอย่างดินบริเวณรอบ ๆ พื้นที่ แปลงปลูก และบริเวณรกรากและต้นคะน้า ผักกวางตุ้งและขึ้นฉ่ายในแปลงปลูกผักปลอดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในพื้นที่ตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี พบว่าเชื้อแบคทีเรียไอโซเลท CS3 และ CR1 แสดงผลการตรึงไนโตรเจนสูงสุด เชื้อแบคทีเรียไอโซเลท CS2 CS1 และ CT1 แสดงผลการละลายฟอสเฟตสูงสุด เชื้อแบคทีเรียไอโซเลท CS2 และ KS3 แสดงผลการละลายโพแทสเซียมสูงสุด เชื้อแบคทีเรียไอโซเลท CS2 และ KS3 แสดงผลการละลายโพแทสเซียมสูงสุด และเชื้อแบคทีเรียไอโซเลท KS5 และ CS1 แสดงผลการสร้างออกซินสูงสุด รวมทั้งสิ้น 7 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท CS1 CS2 CS3 CR1 CT1 KS3 และ KS5 (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการเตรียมหัวกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักคะน้า กวางตุ้ง และขึ้นฉ่าย จากรายงานของ Kumar และคณะ [9] ซึ่งแยกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชบริเวณดินรอบอาศัย ๆ และรากต้นขมิ้นชัน และศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นยาปฏิชีวนะ ยาด้านจุลชีพ โดยสามารถแยกได้เชื้อ *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp., *Burkholderia thailandensis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Klebsiella* sp., *B. cereus*, *Pseudomonas putida*, *P. fluorescens* และ *Azotobacter chroococum* พบว่า ทุกสายพันธุ์สามารถละลายแคลเซียมฟอสเฟต และผลิตอินโดล นอกจากนี้มีรายงานของ วราภรณ์ สุทธิสา และ บุษยา วาปี [10] ได้คัดเลือก *Bacillus* spp. และ *Pseudomonas* spp. จากดินบริเวณรอบรากของต้นบานไม่รู้โรยพบว่ามีประสิทธิภาพการละลายฟอสฟอรัสในดิน ภัทธนาวรรณ ฉันทรัตนโยธิน [11] รายงานว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากราก

ข้าวหอมมะลิแดงซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างท่อน โดยแบคทีเรีย RRTSA-6 เป็นแบคทีเรียที่มีความสามารถทั้งละลายฟอสเฟตและผลิตกรดอินโดลอะซีติกได้โดย Khan และคณะ [12] กล่าวว่าหากใช้แบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตร่วมกับจุลินทรีย์อื่น ๆ เช่น จุลินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและไมคอร์ไรซาโดยใช้ในรูปแบบเชื้อผสมจะทำให้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ยิ่งขึ้น

3.2 ผลของกลุ่มเชื้อแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า กวางตุ้ง และขึ้นฉ่าย

ผลการศึกษาการใช้กลุ่มเชื้อแบคทีเรียเพื่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์เสริมกลุ่มเชื้อแบคทีเรียต่อการเจริญของผักคะน้า พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 ให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้าสูงที่สุดเป็น 27.4 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์) กับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ซึ่งให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้าเป็น 27.2 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้าจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 และ 1:1 มีค่า 25.2 และ 23.1 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ความยาวใบพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นคะน้าสูงที่สุดเป็น 15.1 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นคะน้าเป็น 14.2 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นคะน้าจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวและปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำ

หมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 มีค่า 11.4 และ 10.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 และ อัตราส่วน 1:0.5 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความกว้างใบพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นคะน้าสูงที่สุดเป็น 11.8 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นคะน้าเป็น 10.2 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นคะน้าจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 และปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวมีค่า 9.8 และ 8.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ กับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 และ 1:1 และเมื่อชั่งน้ำหนักของต้นคะน้าพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าน้ำหนักของต้นคะน้าเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 158.5 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าน้ำหนักของต้นคะน้าเฉลี่ยเป็น 145.1 กรัม ค่าน้ำหนักของต้นคะน้าเฉลี่ยจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และปุ๋ยอินทรีย์มีค่า 102.4 และ 73.0 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 และ อัตราส่วน 1:1.5 ดังแสดงดังภาพที่ 2 สำหรับการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์เสริมกลุ่มเชื้อแบคทีเรียต่อการเจริญของผักกวางตุ้ง พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งสูงที่สุดเป็น 31.1 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.0 ซึ่งให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งเป็น 30.5 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว

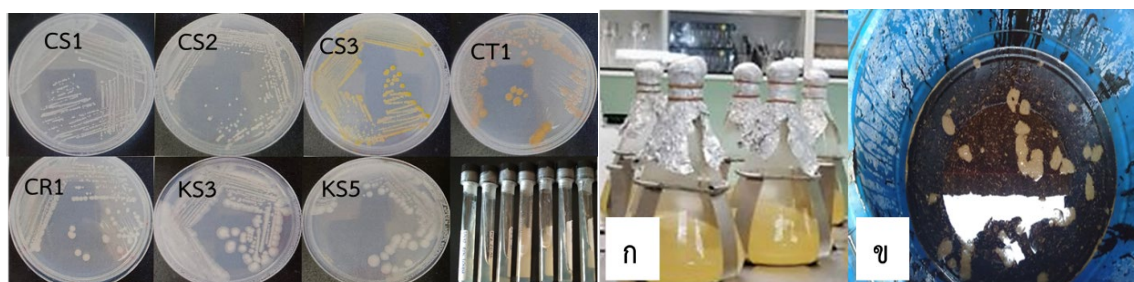
มีค่า 28.1 และ 26.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และ 1:1 ในขณะที่ความยาวใบพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นกวาดสูงที่สุดเป็น 17.4 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นกวาดสูงเป็น 16.4 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นกวาดสูงจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 และ 1: 1.5 มีค่า 14.1 และ 13.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ความกว้างใบพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นกวาดสูงที่สุดเป็น 12.8 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นกวาดสูงเป็น 12.6 11.8 และ 11.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อชั่งน้ำหนักของต้นกวาดสูงพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:15 ให้ค่าน้ำหนักของต้นกวาดสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 186.7 กรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าน้ำหนักของต้นกวาดสูงเฉลี่ยเป็น 172.6 กรัม ค่าน้ำหนักของต้น

กวาดสูงเฉลี่ยจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และปุ๋ยอินทรีย์มีค่า 168.6 และ 142.7 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 และ อัตราส่วน 1:15 ดังแสดงในตารางที่ 3 และดังภาพที่ 2

สำหรับการศึกษาลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์เสริมกลุ่มเชื้อแบคทีเรียต่อการเจริญของผักขึ้นฉ่าย พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายสูงที่สุดเป็น 30.4 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:15 ซึ่งให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายเป็น 28.2 เซนติเมตร ในขณะที่ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวและปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 มีค่า 23.6 และ 22.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ความยาวใบพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายสูงที่สุดเป็น 4.50 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายเป็น 4.11 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความยาวใบเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่าย จากการใช้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และปุ๋ยอินทรีย์ มีค่า 3.85 และ 3.46 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ลักษณะและคุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกทั้ง 7 ไอโซเลต

สายพันธุ์ เชื้อแบคทีเรีย	แกรม	การตรึง ไนโตรเจน (mg N/ml /h)	การละลาย ฟอสเฟต (Clear zone, cm)	การละลาย โพแทสเซียม (Clear zone, cm)	การสร้างออก ซิน (ปริมาณ IAA, µg/ml)
CS1	ลบ	0.94	0.82	-	20.48
CS2	ลบ	0.98	2.41	1.92	7.62
CS3	บวก	2.98	-	-	-
CT1	ลบ	0.78	1.03	-	4.64
CR1	บวก	1.37	-	-	18.81
KS3	บวก	0.96	-	1.02	-
KS5	บวก	-	-	-	29.0



รูปที่ 1 (1) ลักษณะพื้นฐานวิทยาของไอโซเลตเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อและการติดสีแกรมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (2) การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์; (ก) การเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียทั้ง 7 ไอโซเลต ในอาหารเหลว Nutrient broth ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง; (ข) หัวเชื้อกลุ่มแบคทีเรียที่ได้จากการนำเชื้อจุลินทรีย์ผสม 1 ลิตร กากน้ำตาล 1 ลิตร น้ำเปล่า 20 ลิตร ใช้เวลา 2-3 วัน

ในขณะที่ความกว้างใบพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายสูงที่สุดเป็น 3.25 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1.5 1:0.5 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยของต้นขึ้นฉ่ายเป็น 3.22 3.08 และ 2.94 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อชั่งน้ำหนักของต้นขึ้นฉ่ายพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:15 ให้ค่าน้ำหนักของต้นขึ้นฉ่ายเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 24.8 กรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าน้ำหนักของต้นขึ้นฉ่ายเฉลี่ยเป็น 22.64 กรัม ค่าน้ำหนักของต้นขึ้นฉ่ายเฉลี่ยจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:0.5 และปุ๋ยอินทรีย์มีค่า 11.02 และ 9.52 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:15 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4 และดังภาพที่ 2 และ

แสดงวิธีการวัดความกว้างและความยาวใบดังแสดงดังภาพ

ที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของคะน้าที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน*	ความสูงของต้น (เซนติเมตร)	ความยาวของใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
1:0.5	27.4 ^a ± 1.91	14.2 ^a ± 2.01	9.8 ^{ab} ± 2.27	102.4 ^c ± 2.89
1:1	23.1 ^b ± 2.45	11.4 ^b ± 1.82	10.2 ^a ± 1.43	158.5 ^a ± 2.70
1:1.5	25.2 ^b ± 2.23	15.1 ^a ± 1.96	11.8 ^a ± 2.12	145.1 ^b ± 3.31
1:0	27.2 ^a ± 2.06	10.7 ^b ± 2.02	8.6 ^b ± 1.51	73.0 ^d ± 3.16

หมายเหตุ : ผลการเจริญเติบโตที่การทดลองระยะเวลา 6 สัปดาห์; ผลการเจริญเติบโตเป็นค่าเฉลี่ย

*อัตราส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย; Significant at $P < 0.05$

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของกวางตุ้งที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน*	ความสูงของต้น (เซนติเมตร)	ความยาวของใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
1:0.5	28.1 ^b ± 0.89	17.4 ^a ± 1.71	12.8 ^a ± 1.01	168.6 ^{ab} ± 2.11
1:1	30.5 ^a ± 0.70	14.1 ^b ± 1.45	11.2 ^a ± 0.82	172.6 ^a ± 3.11
1:1.5	31.1 ^a ± 2.31	13.0 ^b ± 0.93	11.8 ^a ± 0.9	186.7 ^a ± 2.15
1:0	26.7 ^b ± 2.16	16.4 ^a ± 1.26	12.6 ^a ± 0.85	142.7 ^b ± 2.14

หมายเหตุ : ผลการเจริญเติบโตที่การทดลองระยะเวลา 6 สัปดาห์; ผลการเจริญเติบโตเป็นค่าเฉลี่ย

*อัตราส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย; Significant at $P < 0.05$

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของขึ้นฉ่ายที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกัน

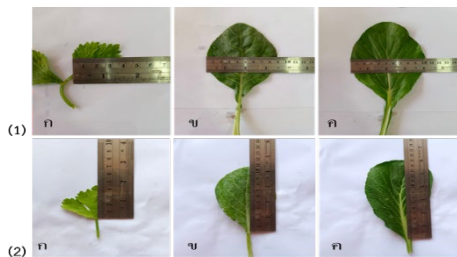
อัตราส่วน*	ความสูงของต้น (เซนติเมตร)	ความยาวของใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
1:0.5	22.3 ^b ± 0.73	3.85 ^b ± 0.21	3.08 ^a ± 0.26	9.52 ^b ± 0.18
1:1	30.4 ^a ± 1.51	4.11 ^a ± 0.24	3.25 ^a ± 0.20	22.64 ^a ± 0.25
1:1.5	28.2 ^a ± 1.12	4.50 ^a ± 0.15	3.22 ^a ± 0.18	24.82 ^a ± 0.21
1:0	23.6 ^b ± 0.92	3.46 ^b ± 0.21	2.94 ^a ± 0.16	11.02 ^b ± 0.14

หมายเหตุ : ผลการเจริญเติบโตที่การทดลองระยะเวลา 6 สัปดาห์; ผลการเจริญเติบโตเป็นค่าเฉลี่ย

*อัตราส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย; Significant at $P < 0.05$



รูปที่ 2 ผลผลิตผักคะน้าในการทดลองใช้ปุ๋ย 4 ประเภท;
(ก) ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย 1:0.5; (ข) ปุ๋ยอินทรีย์
ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย 1:1; (ค) ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมัก
แบคทีเรีย 1:1.5; (ง) ปุ๋ยอินทรีย์ ในการปลูกระยะเวลา 6
สัปดาห์



รูปที่ 3 การวัดความกว้าง (1) และความยาวของใบ (2)
ก (ใบขึ้นฉ่าย) ข (ใบคะน้า) ค (ใบกวางตุ้ง)

4. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพที่ได้จากการผสมระหว่างปุ๋ยอินทรีย์ต่อกลุ่มเชื้อแบคทีเรียส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักทั้ง 3 ชนิด ในด้านความสูงของต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ และน้ำหนักของต้น เมื่อพิจารณาที่น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิต พบว่าผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าของปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าน้ำหนักของคะน้าเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 158.5 กรัม ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:15 ให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยของกวางตุ้งเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 186.7 กรัม และ

น้ำหนักเฉลี่ยของขึ้นฉ่ายพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำหมักแบคทีเรีย อัตราส่วน 1:15 ให้ค่าน้ำหนักของขึ้นฉ่ายเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 24.8 กรัม ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่เติมหัวเชื้อแบคทีเรีย จึงสามารถสรุปได้ว่าปุ๋ยชีวภาพที่ได้จากการใช้กลุ่มเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวมีผลเร่งการเจริญเติบโตของผักในการปลูกระบบอินทรีย์ ในการศึกษาผลของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญของพืชตามรายงานผลการศึกษาของ Raksaphol and Phornphisutthimas, [13] ซึ่งได้ทดสอบคุณสมบัติเชื้อแบคทีเรียจากดินและทดสอบคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติในการละลายโพแทสเซียมมีจำนวนน้อยที่สุด และในการตรวจสอบคุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกจากดินในพื้นที่การเกษตร จำนวน 57 ไอโซเลท พบว่าแบคทีเรียที่มีคุณลักษณะด้านการละลายโพแทสเซียมมีจำนวนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับจำนวนที่มีความสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชด้านการตรึงไนโตรเจนและการละลายฟอสฟอรัส [7] ซึ่งเกิดจากการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอย่างต่อเนื่องแต่ถูกตรึงไว้ในดินการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตในดินได้ จุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มบาซิลลัส (*Bacillus* sp.) ซูโดโมแนส (*Pseudomonas* sp.) ไธโอบาซิลลัส (*Thiobacillus* sp.) และ เชื้อราในกลุ่มแอสเพอร์จิลลัส (*Aspergillus* sp.) เพนิซิลเลียม (*Penicillium* sp.) [8] แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม (potassium solubilizing bacteria; KSB) เป็นแบคทีเรียที่สามารถละลายโพแทสเซียมจากแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นส่วนประกอบได้ เช่น แร่ไมกา มัสโคไวท์ ออร์โทเครส และไบโอไทต์ เป็นต้น โดยการผลิต กรดอินทรีย์และกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก กรดฟอร์มิก และกรดออกซาลิก เป็นต้น ซึ่งการผลิตกรดอินทรีย์เหล่านี้จะช่วย

เพิ่มการแตกตัวของสารประกอบอินทรีย์ โดยการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างกรดอินทรีย์และเมทัลไอออน ได้แก่ Fe^{2+} , Al^{3+} และ Ca^{2+} [14] ซึ่งจุลินทรีย์ที่สามารถละลายโพแทสเซียม ได้แก่ *A. niger*, *B. extroquens* และ *Clostridium pasteurianum* เป็นต้น Archana และคณะ [15] ซึ่งแยกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติส่งเสริมจากเจริญเติบโตของพืชบริเวณดินรอบอาศัย ๆ และรากต้นขมิ้นชัน และศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นยาปฏิชีวนะ ยาด้านจุลชีพ โดยสามารถแยกได้เชื้อ *B. subtilis*, *Bacillus* sp., *Burkholderia thailandensis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Klebsiella* sp., *B. cereus*, *P. putida*, *P. fluorescens* และ *Azotobacter chroococum* พบว่าเชื้อทุกสายพันธุ์สามารถละลายแคลเซียมฟอสเฟต และผลิตอินโดล นอกจากนี้มีรายงานของ Thakur และคณะ [16] ได้คัดเลือก *Bacillus* spp. และ *Pseudomonas* spp. จากดินบริเวณรอบรากของต้นบานไม่รู้รุ่ยพบว่าประสิทธิภาพการละลายฟอสฟอรัสในดิน ภาชนะบรรจุฉันทันโยธิน [11] รายงานว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากรากข้าวหอมมะลิแดงซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างท่อน โดยแบคทีเรีย RRTSA-6 เป็นแบคทีเรียที่มีความสามารถทั้งละลายฟอสเฟตและผลิตกรดอินโดลอะซีติกได้โดย Khan และคณะ [12] กล่าวว่าหากใช้แบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตร่วมกับจุลินทรีย์อื่นๆ เช่น จุลินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและไมคอร์ไรซาโดยใช้ในรูปแบบเชื้อผสมจะทำให้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ยิ่งขึ้น เป็นต้น

จากรายงานการใช้เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Azospirillum* และ *Pseudomonas* sp. ในการหมักปุ๋ยชีวภาพ พบว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกของเมล็ด [14] การใส่เชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Azospirillum*, *Beijerinckia* และ *Azotobacter* เพื่อการผลิตพืชหลายชนิดในระยะการผลิดกล้านั้นช่วยเพิ่มน้ำหนักทั้งต้นและรากของ

กล้าโดยจุลินทรีย์เหล่านี้มีหน้าที่ป้องกันเมล็ดและต้นอ่อนที่มีความละเอียดอ่อนต่อความเครียดและโรคพืชต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมในช่วงการงอก นอกจากนี้เอ็นโดไฟติกแบคทีเรีย เช่น *Enterobacter*, *Rahnella*, *Rhodanobacter*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* และ *Stenotrophomonas* ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช โดยการผลิตฮอร์โมน (Phytohormones) เช่น สารออกซิน สารไซโตไคนานิน หรือผลิตเอนไซม์ 1-Aminocyclopropane carboxylate deaminase (ACC) ซึ่งจะลดปริมาณเอทิลีนในพืช และพบว่ามีการผลิตสาร Indole acetic acid (IAA) และบางสายพันธุ์มีมากกว่า 1 คุณสมบัติ อาทิ สามารถตรึงไนโตรเจน ละลายฟอสเฟต และโพแทสเซียมมาใช้ได้ [17]

5.องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากงานวิจัย

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพจากปุ๋ยอินทรีย์เสริมน้ำหมักแบคทีเรียมีผลด้านการเร่งการเจริญเติบโตของผักคะน้า กวางตุ้ง และขึ้นฉ่าย ในแปลงทดลองระบบอินทรีย์ โดยกลุ่มเชื้อแบคทีเรีย จำนวน 7 ไอโซเลต (CS1, CS2, CS3, CR1, CT1, KS3 และ KS5) ที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญของพืชบางประการ ซึ่งคัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณรอบ ๆ พื้นที่แปลงปลูก และบริเวณรากพืชจากแปลงปลูกผักอินทรีย์ในพื้นที่ตำบลบ้านคา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

6.เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเกษตรจังหวัดราชบุรี. แผนพัฒนาจังหวัดราชบุรี พ.ศ.2561 – 2564 ฉบับทบทวน ปี พ.ศ. 2562). [อินเทอร์เน็ต]. 2561 [เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน 2562]; เข้าถึงได้จาก https://ratchaburi.industry.go.th/web-upload/migrated/files/2016_microsite_ratchaburi/319_cms_file_11615_article_file.pdf.

- [2] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. การตามสอบสินค้าเกษตรและอาหาร: หลักการและแนวทางสำหรับการออกแบบระบบการตามสอบและการนำไปปฏิบัติ. [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน 2562]; เข้าถึงได้จาก <https://www.acfs.go.th/standard/download/TACPRINCIPLES%20AND%20GUIDELINES%20FOR%20SYSTEM%20DESIGN%20AND%20IMPLEMENTATION.pdf>. สืบค้น ณ วันที่ 15 กันยายน 2562
- [3] คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ. ยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ (2560-2564). [อินเทอร์เน็ต]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน 2562]; เข้าถึงได้จาก <https://planning.dld.go.th/th/images/stories/section-5/2560/strategy11.pdf>.
- [4] ณัฐภูมิ เพชรนวล, ปฐมาภรณ์ ทิลาภิรักษ์, พริยาภรณ์ อันอัทธมงาม และ อมรรัตน์ สุวรรณโพธิ์ศรี. ปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์โพรไบโอติกของพืช วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 2563.; 1(3): 11-21.
- [5] Inthasan, J., Dechjirattanasiri, C. and Boonmee, P. Effect of Bacteria-producing Indole-3-Acetic Acid (IAA) on Growth and Nutrient Contents of Bird Chili (*Capsicum annuum* L.). Journal of Agriculture. 2017; 33(3): 333-344.
- [6] Naik, B.S., Shashikala, J. and Krishnamurthy, Y. Study on the diversity of endophytic communities from rice (*Oryza sativa* L.) and their antagonistic activities in vitro. Microbiol. Research. 164: 290-296.
- [7] Ahmad, F., Ahmad, I. and Khan, M.S. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbiology Research. 2008; 163 : 173-181.
- [8] เสาวณีย์ ชูจิต. การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียจากแปลงปลูกผักอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจน ละลายฟอสเฟตและโพแทสเซียม และการสร้างฮอโมน. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 18 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8-9 ธันวาคม 2564. หน้า 54-62.
- [9] Kumar, A., Dana, V., Singh, M.K., Ratap, P.P., Kumar, S.S.D., Kumar, S.P., Kapil, S. and Pandey, D. Isolation of plant growth promoting rhizobacteria and their impact on growth and curcumin content in *Curcuma longa* L. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2016; 8: 1-7.
- [10] วราภรณ์ สุทธิสา และ บุษยา วาปี. การคัดแยกแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวจากดินบริเวณรอบรากต้นบานไม่รู้โรยป่า (*Gomphrena celosioides* Mart.). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2562: 79-92.
- [11] ภัทธนาวรรณ ฉันทรัตนโยธิน. การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการสลายฟอสเฟตจากดินรอบรากของข้าวหอมมะลิแดง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 2557. 55 หน้า.
- [12] Khan, A.A., Jilani, G., Akhtar, M.S., Naqvi, S.M.S. and Rasheed, M. Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2009; 1(1): 48-58.
- [13] Raksaphol K. and Phornphisutthimas, S. Control of Fusarium wilt on tomato fruit by

- antagonistic yeasts isolated from natural sources. 20-21 October 2016. The 40th National Graduate Research Conference. Songkla, Thailand. 2016.
- [14] กมลชนก ห่วงมี, พิษณุพันธ์ กังแฮ, วันวิสาข์ ปั่นศักดิ์ และ วิภา หอมหวล. ความสามารถของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมต่อการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในห้องปฏิบัติการ. วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 41 เล่มที่ 1 พ.ศ. 2562. 48-58.
- [15] Archana, D.S., Nandish, M.S., Savalagi, V.P. and Alagawadi, A.R. Characterization of potassium solubilizing bacteria (KSB) from rhizosphere soil. Bioinfolet. 2013; 10: 248-257.
- [16] Thakur, D., Kaur, M. and Mishra, A. Isolation and screening of plant growth promoting *Bacillus* spp. and *Pseudomonas* spp. and their effect on growth, rhizospheric population and phosphorous concentration of Aloe vera. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 2017; 5(1): 187-192.
- [17] Tsavkelova, E., Oeser, B., Oren-Young, L., Israeli, M., Sasson, Y., Tudzynski, B., Sharon, A. Identification and functional characterization of indole-3-acetamide-mediated IAA biosynthesis in plant-associated *Fusarium* species. *Fungal Genetics and Biology*. 2012; 49: 48-57.