



วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj>



ประสิทธิภาพของเซรุ่มน้ำยางธรรมชาติที่บ่มร่วมกับ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) เพื่อใช้เป็นน้ำหมักชีวภาพในผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forssk.)

Efficiency of natural rubber serum fermented with *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) as a bio-extract in water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.)

อรัทัย แดงสวัสดิ์¹, ณัชชา จิรฐิติโชติ², ณัฐพร แซ่จิว², วราภรณ์ สีหาโมก³, พัชรพล พรหมภักดี⁴, อภินันท์ นุ้ยศิริ³, อีร์ ศรีสวัสดิ์³ และ ปฏิมา เพ็ญพูนพัฒนา^{3*}

Orathai Dangswat¹, Nutch Chirattitichote², Natchaporn Saejew², Waraphorn Sihamok³, Pattapol Prompukdee⁴, Apinan Nuisiri³, Theera Srisawat³ and Patima Permpoonpattana^{3*}

¹ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

² Scientific Laboratory and Equipment Center, Office of Surat Thani Campus, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus

³ โรงเรียน มอ. วิทยานุสรณ์ สุราษฎร์ธานี

⁴ PSU. Witthayanusorn Suratthani School

⁵ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะนวัตกรรมและการเกษตร ประมง และอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

⁶ Department of Agricultural Science and Technology, Faculty of Innovative Agriculture, Fisheries and Food, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus

⁷ งานบริหารทรัพย์สิน สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

⁸ Property Management, Office of Surat Thani Campus, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบ่มเซรุ่มน้ำยางธรรมชาติด้วยแบคทีเรีย และใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยนำเซรุ่มน้ำยางธรรมชาติมาบ่มร่วมกับ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้ง ซึ่งมีชุดการทดลองที่ให้เซรุ่มน้ำยางที่ไม่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรีย ชุดการทดลอง ที่ให้เซรุ่มน้ำยางที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน ชุดควบคุมเชิงบวกที่ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 และชุดควบคุมเชิงลบที่ไม่มีการให้ปุ๋ย ผลจากการบ่มพบว่า *B. aryabhattai* (CKNJh11) สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้ในเซรุ่มน้ำยาง โดยในวันที่ 7 และ 14 มีปริมาณเชื้ออยู่ที่ 2.5×10^6 และ 5.0×10^7 CFU ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่เริ่มลดลงหลังจากบ่มในวันที่ 21 และ 30 โดยมีปริมาณ เชื้ออยู่ที่ 1.0×10^6 และ 4.0×10^3 CFU ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อนำเซรุ่มน้ำยางที่บ่มกับแบคทีเรียไปเสริมในผักบุ้ง พบว่าชุดการ ทดลองที่ให้เซรุ่มน้ำยางบ่มกับแบคทีเรียเป็นเวลา 14 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตของผักบุ้งดีที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้น เส้น รอบวงลำต้น ความยาวรากอยู่ที่ 36.38, 2.80 และ 32.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบอยู่ที่ 11.11 ใบ และชุดการ ทดลองที่ใช้เซรุ่มน้ำยางที่ไม่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรีย มีอัตราการเจริญเติบโตของผักบุ้งจินน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้น และความยาวรากอยู่ที่ 21.98 และ 18.46 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบอยู่ที่ 6.44 ใบ ดังนั้นจากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า เซรุ่มน้ำยางธรรมชาติที่บ่มด้วย *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นระยะเวลา 14 วัน สามารถใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้ง และ เป็นแนวทางในการพัฒนาน้ำหมักชีวภาพสำหรับใช้ทางการเกษตรได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: คุณสมบัติน้ำหมัก; เซรุ่มน้ำยางธรรมชาติ; *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11); น้ำหมักชีวภาพ; ผักบุ้ง

ABSTRACT: This research aims to study the effects of fermented natural rubber serum with bacteria and its application in promoting plant growth. The natural rubber serum was fermented with *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11)

* Corresponding author: patima.pe@psu.ac.th

Received: date; December 18, 2024 Revised: date; June 16, 2025

Accepted: date; June 16, 2025 Published: date; October 15, 2025

at 37°C and then tested for its effectiveness in enhancing the growth of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.). The experiment included treatments with unfermented natural rubber serum, natural rubber serum fermented with bacteria for 7, 14, 21, and 30 days, a positive control using chemical fertilizer (25-7-7), and a negative control without fertilizer application. The results showed that *B. aryabhattai* (CKNJh11) was able to grow and increase in number in the natural rubber serum. On days 7 and 14, the bacterial population was recorded at 2.5×10^6 and 5.0×10^7 CFU/ml, respectively. However, the bacterial population declined on days 21 and 30, reaching 1.0×10^6 and 4.0×10^3 CFU/ml, respectively. When the fermented natural rubber serum was applied to water spinach, the treatment with natural rubber serum fermented for 14 days resulted in the highest growth rate. The average stem height, stem circumference, and root length were 36.38, 2.80, and 32.02 cm, respectively, with an average leaf number of 11.11 leaves. In contrast, the treatment with unfermented natural rubber serum showed the lowest growth rate, with an average stem height and root length of 21.98 and 18.46 cm, respectively, and an average leaf number of 6.44 leaves. These findings suggest that natural rubber serum fermented with *B. aryabhattai* (CKNJh11) for 14 days can effectively promote the growth of water spinach and serve as a potential biofertilizer for agricultural applications in the future.

Keywords: properties; natural rubber serum; *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11); Bio-extract; water spinach

บทนำ

การทำการเกษตรเป็นอาชีพหลักของคนไทยมาอย่างยาวนาน นอกจากจะปลูกพืชให้ได้ผลผลิตไว้เพื่อบริโภคแล้ว ยังสามารถนำผลผลิตที่เหลือไปจำหน่ายสร้างรายได้ได้อีกด้วย ในปัจจุบันการทำการเกษตรส่วนใหญ่จะนิยมปลูกพืชผักเศรษฐกิจ โดยต้องคำนึงถึงปริมาณและขนาดของผลผลิต เพื่อให้ตรงตามคุณภาพที่ตลาดและผู้บริโภคต้องการ และทำให้สามารถจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาที่สูงมากขึ้น เกษตรกรจึงหาวิธีการที่จะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น หนึ่งในวิธีที่นิยมใช้ในการเร่งปริมาณและขนาดของผลผลิตคือ การใช้สารเคมีทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี และยาฆ่าแมลง เป็นต้น (Demir et al., 2023) จากข้อมูลปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีของกรมวิชาการเกษตรพบว่า ปี พ.ศ. 2562 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมี 5,022,101 ตัน และ พ.ศ. 2563 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมี 5,141,068 ตัน (สุภาวดี, 2564) ซึ่งการใช้ในระยะยาวจะส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ดินเป็นกรด และให้การดูดซึมธาตุอาหารของพืชลดน้อยลง (วันปิติ, 2564) ทำให้มีเกษตรกรเป็นจำนวนมากหันมาสนใจการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมี เนื่องจากไม่ทำลายดิน ช่วยปรับปรุงคุณภาพของดิน มีความปลอดภัย และรักษาสสมดุลของระบบนิเวศ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2563) นอกจากนี้การพัฒนาแนวทางการใช้จุลินทรีย์ และสารอินทรีย์เพื่อทดแทนการใช้สารเคมี จะช่วยส่งเสริมระบบเกษตรกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคได้ในระยะยาว

ในภาคใต้ของประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยเฉพาะยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุมากกว่า 20 ปี ให้ผลผลิตเป็นน้ำยางสด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น รองเท้า และอุปกรณ์กีฬา เป็นต้น (อมรรัตน์, 2551) นอกจากน้ำยางสดแล้ว ยังมีน้ำยางข้นที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้อีกเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ผลิตยางอนามัย และถุงมือยาง เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนการทำน้ำยางข้น ได้แก่ น้ำยางครีมข้น และเซรัมน้ำยาง ซึ่งน้ำยางครีมข้นเป็นส่วนที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งสูง ส่วนเซรัมน้ำยางเป็นของเหลวที่แยกออกมา ประกอบด้วยน้ำและสารละลายในน้ำ เช่น โปรตีนและกรดไขมัน (จักรกฤษณ์ และคณะ, 2563) แต่ในปัจจุบันเซรัมน้ำยางถือว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมยาง (เจนจิรา, 2556) เซรัมน้ำยางประกอบไปด้วยสารอาหารมากมายหลายชนิด อาทิเช่น โปรตีนมากกว่า 80 ชนิด เรซินแทนนิน น้ำตาล ไกลโคไซด์ แอลคาลอยด์ และเกลือแร่ ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของแบคทีเรีย (Lomthong et al., 2022)

แบคทีเรีย *Bacillus* sp. เป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์อย่างมากต่อพืช เช่น ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต ช่วยตรึงไนโตรเจนในอากาศ และสามารถยับยั้งแบคทีเรียหรือเชื้อราก่อโรคพืช (Rahman et al., 2018) นอกจากนี้ยังสามารถผลิตฮอร์โมนพืช ช่วยดูดซึมสารอาหาร ทำให้พืชมีความต้านทานต่อความเครียดจากสภาพแวดล้อมได้ ช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน และยังเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์บริเวณรากพืช (Ramakrishna et al., 2019) การใช้แบคทีเรีย *Bacillus* sp. เป็นปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยลดเปอร์เซ็นต์การปล่อยแอมโมเนียลง ลดการสูญเสียไนโตรเจนจากระบบนิเวศทางการเกษตรได้อีกด้วย (Sun et al., 2020) ปัจจุบันจึงมีการนำ *Bacillus* sp. มาใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพมากขึ้น เนื่องจากมีความปลอดภัย สามารถสร้างเอนโดสปอร์ที่ทนทานต่อ

สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญได้ดี และเป็นจุลินทรีย์ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2563) มีงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า *Bacillus aryabhattai* เป็นแบคทีเรียที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในยาสูบ (Xu et al., 2022) และมีความสามารถในการละลายฟอสเฟต ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นปุ๋ยชีวภาพทางการเกษตรได้ (ไตรธานี และคณะ, 2555)

ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นการนำเชร้มน้ำยางธรรมชาติซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยบ่มร่วมกับแบคทีเรียเพื่อช่วยส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโตของผักบุ้ง โดยผลการทดลองจากงานวิจัยนี้น่าจะสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาน้ำหมักชีวภาพจากแบคทีเรียเพื่อใช้ร่วมหรือทดแทนปุ๋ยเคมีทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

วิธีการศึกษา

การเตรียมเชื้อ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11)

นำ *B. aryabhattai* (CKNJh11) ที่คัดแยกได้จากดินบ่อกุ้ง จากงานวิจัยของ อรทัย (2563) ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างแท่ง และสามารถสร้างสปอร์ได้ มาชิตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำแบคทีเรียมาเลี้ยงต่อในอาหารเหลว Luria-Bertani (LB) broth นำไปบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และปรับความเข้มข้นของเชื้อให้ได้ปริมาณ 10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร (Epparti et al., 2022)

การเตรียมเชร้มน้ำยางธรรมชาติบ่มร่วมกับ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11)

นำเชร้มน้ำยางธรรมชาติปริมาณ 2 ลิตร มาฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำมาผสมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) ปริมาณ 10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2563) จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำเชร้มน้ำยางธรรมชาติหมักที่ได้ส่งไปวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (พูนศิริ, 2559)

การตรวจนับจำนวน *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) ในเชร้มน้ำยางหมักหลังการบ่ม

นำเชร้มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน มาตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยนำเชร้มน้ำยางหมักมาเจือจาง 10 เท่าในโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้น 10^{-1} – 10^{-6} และนำสารละลายเชร้มน้ำยางหมักที่ความเข้มข้น 10^{-4} – 10^{-6} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร มาเกลี่ยลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยคำนวณออกมาในหน่วย CFU ต่อมิลลิลิตร (Nakharuthai et al., 2023)

การเตรียมต้นผักบุ้ง

นำเมล็ดผักบุ้งจีนพันธุ์เขียวไผ่ (บริษัท เจียไต๋ จำกัด) มาแช่น้ำอุ่น อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 8 ชั่วโมง และนำมาห่อด้วยผ้าขนหนูชุบน้ำบิดให้หมาดเพื่อรักษาความชื้น และใส่กล่องพลาสติกปิดให้สนิททิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง รากจะเริ่มงอก (เอกรินทร์ และคณะ, 2561) จากนั้นย้ายลงถาดเพาะเมื่อครบ 10 วัน ทำการย้ายลงกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่รองก้นด้วยกากบ่มพร้าวสับ และบรรจุดินผสมแกลบดำในอัตราส่วน 1:1 (ปิยะภรณ์ และคณะ, 2565) โดยแต่ละชุดการทดลองจะมีทั้งหมด 3 กระถาง แต่ละกระถางปลูกผักบุ้งจีน 3 แถว แถวละ 5 ต้น รดน้ำ 2 ครั้ง/วัน (เช้า และเย็น) ครั้งละ 300 มิลลิลิตร/กระถาง

การทดสอบประสิทธิภาพของเชร้มน้ำยางหมักต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้ง

การทดสอบประสิทธิภาพของเชร้มน้ำยางหมักกับผักบุ้งจีน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ completely randomize design (CRD) มีทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง คือ กลุ่มที่เสริมเชร้มน้ำยางที่ไม่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรีย กลุ่มที่เสริมเชร้มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 7 วัน กลุ่มที่เสริมเชร้มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 14 วัน กลุ่มที่เสริมเชร้มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 21 วัน กลุ่มที่เสริมเชร้มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 30 วัน กลุ่มควบคุมเชิงบวกที่ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 และกลุ่มควบคุมเชิงลบที่ไม่ให้ปุ๋ยหรือน้ำหมักใด ๆ ชุดควบคุมเชิงบวกให้ปุ๋ยเคมีปริมาณ

0.3 กรัม/กระถาง ในขณะที่ชุดการทดลองอื่นๆ ให้เสริมน้ำยางหมัก 100 มิลลิลิตร/กระถาง เมื่อผักบุ้งมีอายุได้ 14 และ 21 วัน โดยรดเสริมน้ำยางหมักที่บริเวณโคนต้นพืช และรดน้ำ 2 ครั้ง/วัน ครั้งละ 300 มิลลิลิตร/กระถาง

การเก็บข้อมูลผลการทดลอง

บันทึกข้อมูลโดยวัดความสูง และจำนวนใบของผักบุ้งในสัปดาห์ที่ 2-4 ของอายุผักบุ้ง เมื่อครบ 4 สัปดาห์หลังจากการปลูกทำการสุ่มถอนต้นผักบุ้ง 3 ต้น/กระถาง หรือ 9 ต้น/ 1 ชุดการทดลอง วัดความยาวราก และเส้นรอบวงลำต้น จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งโดยอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (มีทนภรณ์, 2564) และเก็บตัวอย่างดินที่ปลูกผักบุ้งในแต่ละชุดการทดลองที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร นำมาผึ่งลมให้แห้ง แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร ใช้น้ำกลั่นปั่นสารสกัดในสัดส่วนของดินต่อน้ำเป็น 1:1 และนำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่องวัดค่า pH Extech PH100 (Extech Instruments, USA) (ณฐมณ และ ศุภจิตา, 2557)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดลองแต่ละกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

ผลการศึกษา

การตรวจนับจำนวน *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) ในเสริมน้ำยางหมักหลังการบ่ม

หลังจากการบ่มเสริมน้ำยางหมักร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน ทำการตรวจนับปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตในเสริมน้ำยางหมักด้วยวิธี Total plate count พบว่าเสริมน้ำยางหมักที่บ่มกับแบคทีเรียเป็นเวลา 7 และ 14 วัน มีปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 2.5×10^6 และ 5.0×10^7 CFU ต่อมิลลิลิตร แต่เสริมน้ำยางหมักที่บ่มกับแบคทีเรียเป็นเวลา 21 และ 30 วัน มีปริมาณแบคทีเรียลดลงอยู่ที่ 1.0×10^6 และ 4.0×10^3 CFU ต่อมิลลิลิตร โดยการบ่มเสริมน้ำยางหมักที่บ่มกับแบคทีเรียเป็นเวลา 14 วัน จะมีจำนวนของแบคทีเรีย *B. aryabhattai* (CKNJh11) มากที่สุด (Table 1)

Table 1 Bacterial concentrations in fermented natural rubber serum incubated for 7, 14, 21, and 30 days

Day	Bacterial count in fermented natural rubber serum	
	CFU/ml	Log CFU/ml
0	1.0×10^6	6.00
7	2.5×10^6	6.40
14	5.0×10^7	7.70
21	1.0×10^6	6.00
30	4.0×10^3	3.60

CFU means Colony forming units

การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในเสริมน้ำยางหมักที่ไม่บ่ม และบ่มร่วมกับ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11)

จากการส่งวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในเสริมน้ำยางหมักที่ไม่บ่ม และบ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ณ ศูนย์บริการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิธีทดสอบ In house method based on AOAC, 20hed., 2016 และ OMAF, 1987) การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยใช้วิธี kjeldahl method หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้วิธีวัดการดูดกลืนแสงด้วย Visible Spectrophotometer และหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ผลการวิเคราะห์พบว่า เสริมน้ำยางหมักที่ไม่บ่มร่วมกับแบคทีเรีย มีปริมาณ

ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.54, 0.03 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.48, 0.03 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.50, 0.03 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 21 วัน มีปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.55, 0.03 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.50, 0.03 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Macronutrient content in natural rubber serum, both unincubated and incubated with *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11)

Treatment	Macronutrient (% w/w)		
	Total Nitrogen	Total P ₂ O ₅	Total K ₂ O
NRS unincubated with bacteria	0.54	0.03	0.21
NRS incubated with bacteria for 7 days	0.48	0.03	0.23
NRS incubated with bacteria for 14 days	0.50	0.03	0.24
NRS incubated with bacteria for 21 days	0.55	0.03	0.23
NRS incubated with bacteria for 30 days	0.50	0.03	0.22

NRS means Natural rubber serum

การเสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้ง

จากการเสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน โดยใช้ 7 ชุดการทดลอง ได้แก่ กลุ่มควบคุมเชิงลบที่ไม่ให้ปุ๋ยหรือน้ำหมักใด ๆ กลุ่มควบคุมเชิงบวกที่ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 กลุ่มที่เสริมเซรุ่มน้ำยางที่ไม่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรีย กลุ่มที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 7 วัน กลุ่มที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 14 วัน กลุ่มที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 21 วัน และกลุ่มที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มด้วยแบคทีเรียเป็นเวลา 30 วัน พบว่าเมื่อผักบุ้งอายุ 2 สัปดาห์ มีความสูงต้นเท่ากับ 16.69, 14.09, 9.82, 13.23, 17.90, 17.77 และ 14.32 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1) และมีจำนวนใบเฉลี่ยของผักบุ้งเท่ากับ 5.67, 4.22, 3.33, 4.67, 5.89, 5.67 และ 6.11 ใบ/ต้น ตามลำดับ (Figure 2) เมื่อผักบุ้งอายุ 3 สัปดาห์ มีความสูงต้นเท่ากับ 21.25, 22.93, 17.30, 24.95, 30.30, 26.55 และ 23.60 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1) และมีจำนวนใบเฉลี่ยของผักบุ้งเท่ากับ 6.11, 5.78, 4.67, 4.67, 6.22, 7.56, 7.22 และ 7.00 ใบ/ต้น ตามลำดับ (Figure 2) เมื่อผักบุ้งอายุ 4 สัปดาห์ มีความสูงต้นเท่ากับ 27.39, 28.66, 21.98, 30.58, 36.38, 36.16 และ 32.87 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1) และจำนวนใบเฉลี่ยของผักบุ้งเท่ากับ 7.00, 7.11, 6.45, 8.56, 11.11, 9.67 และ 9.33 ใบ/ต้น ตามลำดับ (Figure 2) ความยาวรากเฉลี่ยของผักบุ้งเท่ากับ 26.21, 19.31, 18.46, 25.62, 32.02, 29.81 และ 27.45 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 3) โดยความสูง และความยาวรากเฉลี่ยของผักบุ้งแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่จำนวนใบผักบุ้งในชุดที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 14, 21 และ 30 วัน ในสัปดาห์ที่ 2 ให้ผลดีที่สุด ($P\leq 0.05$) โดยมีค่าจำนวนใบเท่ากับ 7.56, 7.22 และ 7.00 ใบ/ต้น ตามลำดับ จากการศึกษาเส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผักบุ้ง โดยชุดการทดลองเชิงลบที่ไม่ให้ปุ๋ยใด ๆ ชุดการทดลองเชิงบวกที่ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ชุดที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่ไม่บ่มร่วมกับแบคทีเรีย และชุดที่เสริมเซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงลำต้นผักบุ้งเท่ากับ 1.30, 1.93, 1.67, 2.07, 2.80, 2.27 และ 2.03 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่เสริมเซรุ่มน้ำยาง

หมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลาเป็นเวลา 14 วัน ให้ผลค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงลำต้นผักบุ้งดีที่สุดใน ($P \leq 0.05$) (Figure 4) คำนวณน้ำหนักสดเฉลี่ยของผักบุ้งเท่ากับ 25.56, 14.12, 26.69, 23.35, 37.26, 31.72 และ 34.08 กรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่เสริมเชร้มน้ำยงหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลาเป็นเวลา 14 วัน ให้ผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดผักบุ้งดีที่สุดใน ($P \leq 0.05$) (Figure 5) คำนวณน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของผักบุ้งเท่ากับ 1.83, 1.17, 2.06, 1.73, 2.83, 2.41 และ 2.69 กรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่เสริมเชร้มน้ำยงหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลาเป็นเวลา 14 และ 30 วัน ให้ผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งผักบุ้งดีที่สุดใน ($P \leq 0.05$) แต่ทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Figure 6) จากการเก็บตัวอย่างดินที่ปลูกผักบุ้งในแต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์ค่า pH พบว่าชุดการทดลองเชิงลบที่ไม่ให้ปุ๋ยใด ๆ ชุดการทดลองเชิงบวกที่ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ชุดที่เสริมเชร้มน้ำยงที่ไม่บ่มร่วมกับแบคทีเรีย และชุดที่เสริมเชร้มน้ำยงหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลาเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน มีค่า pH ในดินเท่ากับ 8.18, 8.65, 8.78, 8.53, 8.43, 8.47 และ 8.47 ตามลำดับ ซึ่ง pH ในดินของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Figure 7)

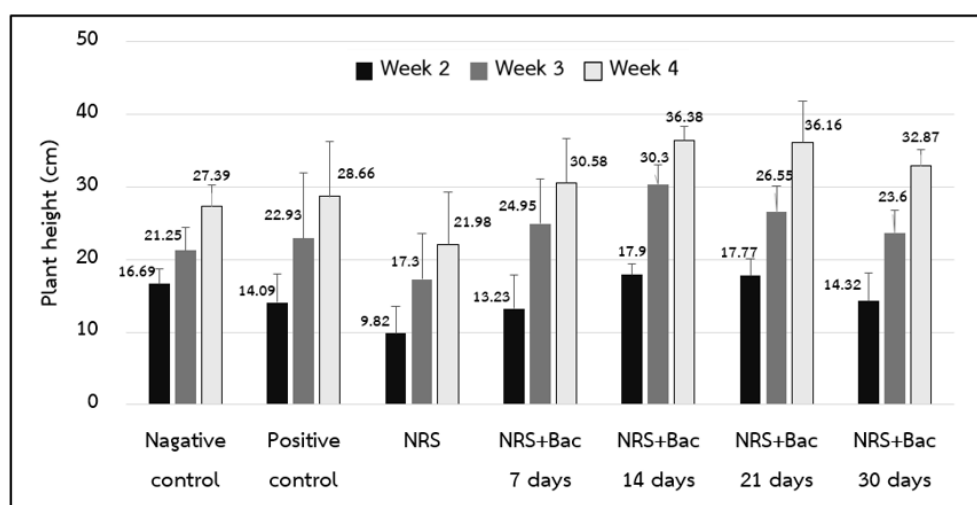


Figure 1 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as average plant height of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.), NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11)

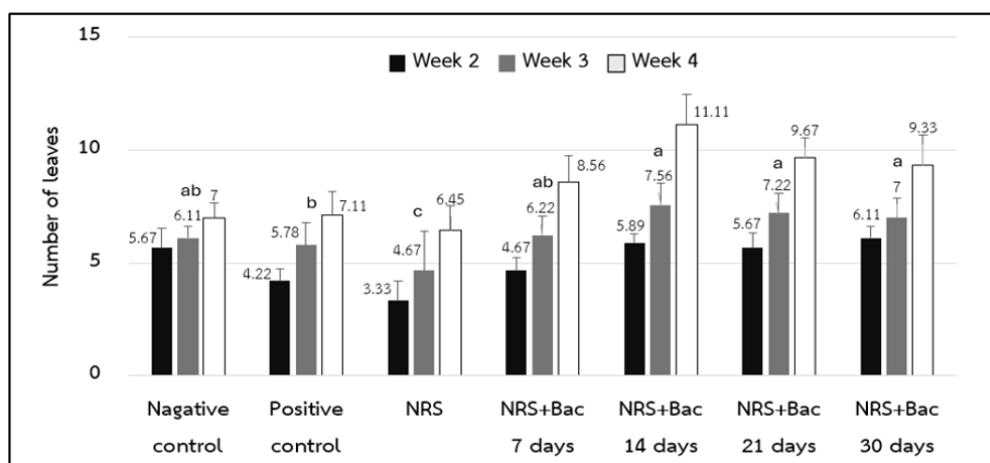


Figure 2 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as average number of leaves of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.), NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11) and a, b, c means in a bar with different differ significantly ($P \leq 0.05$)

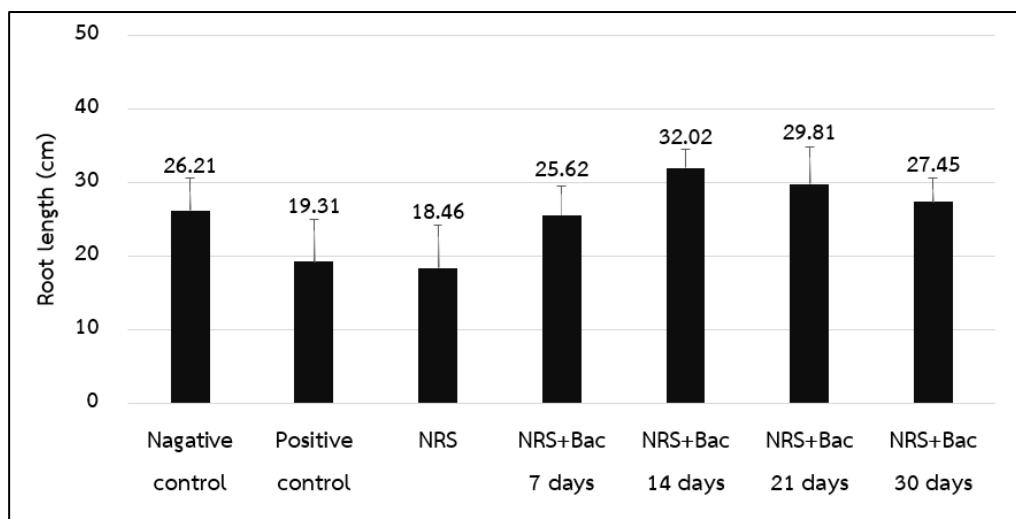


Figure 3 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as average root length of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.) at 4 weeks after planting, NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11)

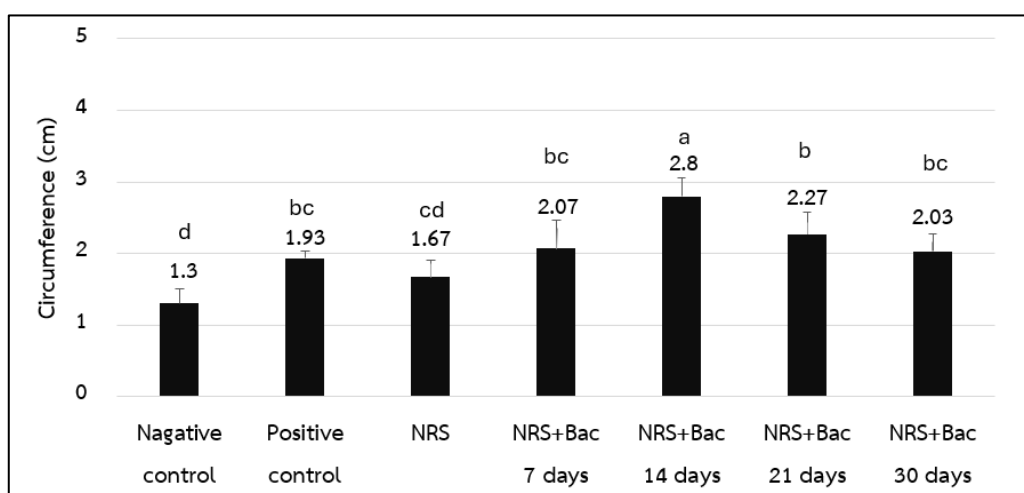


Figure 4 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as average circumference of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.) at 4 weeks after planting, NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11) and a, b, c, d means in a bar with different differ significantly ($P \leq 0.05$)

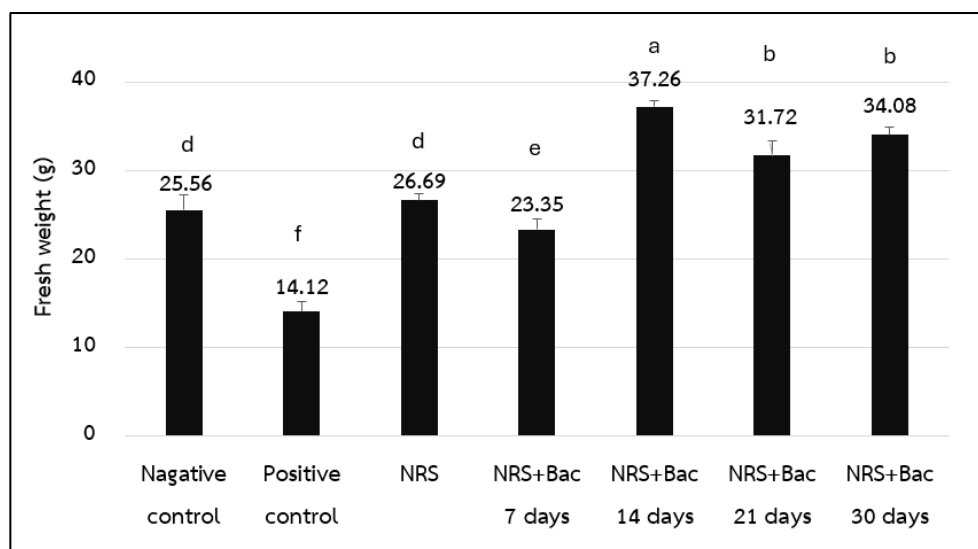


Figure 5 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as average fresh weight of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.) at 4 weeks after planting, NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11) and a, b, c, d, e, f means in a bar with different differ significantly ($P \leq 0.05$)

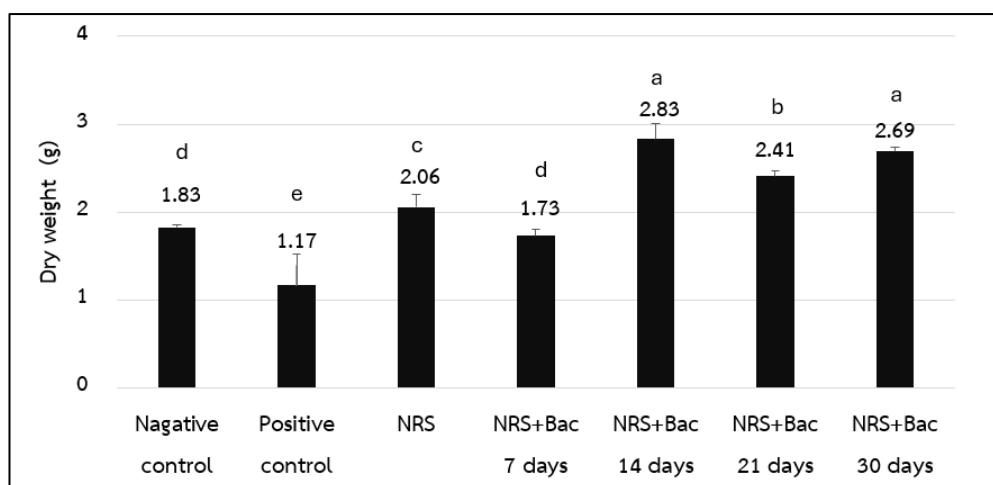


Figure 6 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as average dry weight of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.) at 4 weeks after planting, NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11) and a, b, c, d, e means in a bar with different differ significantly ($P \leq 0.05$)

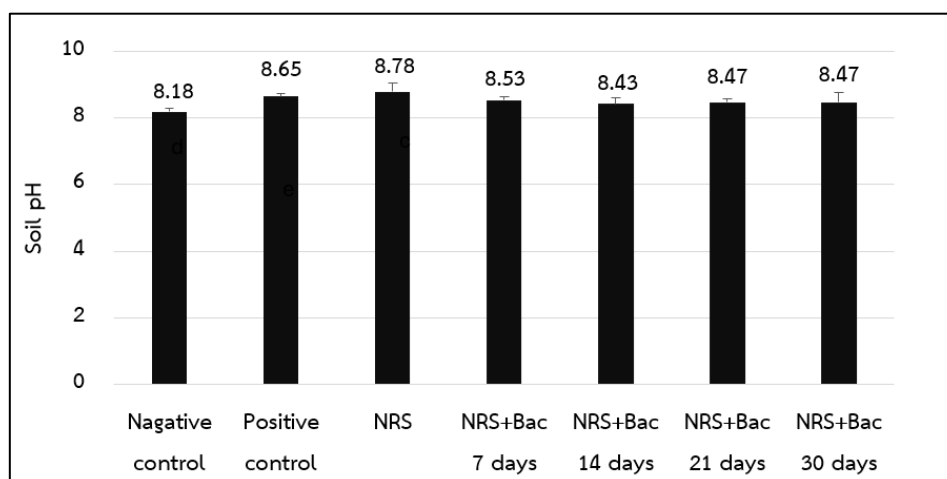


Figure 7 Efficacy of natural rubber serum fertilizer as soil pH at 4 weeks after planting, NRS means Natural rubber serum, NRS+Bac means Natural rubber serum incubated with *B. aryabhattai* (CKNJh11)

วิจารณ์

การศึกษาผลของการบ่มเซรุ่มน้ำยางหมักร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้ง ในระหว่างการบ่มทำการตรวจนับปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตในเซรุ่มน้ำยางหมัก พบว่าเซรุ่มน้ำยางหมักที่บ่มกับแบคทีเรียเป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน มีปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 10^6 ถึง 10^7 CFU ต่อมิลลิลิตร และจำนวนแบคทีเรียจะลดลงในช่วงการบ่มที่ 21 ถึง 30 วัน โดยมีปริมาณแบคทีเรียลดลงเหลืออยู่ประมาณ 10^3 CFU ต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 30 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐธม และคณะ (2563) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพที่หมักร่วมกับจุลินทรีย์โพรไบโอติกของพืช 2 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus casei* และ *B. subtilis* โดยเติมจุลินทรีย์เริ่มต้นความเข้มข้น 10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร หมักเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่าปริมาณของ *B. subtilis* จะเพิ่มขึ้นระหว่างการหมักในวันที่ 10 และปริมาณเชื้อจะเริ่มลดลงในช่วงวันที่ 20 ถึง 35 ของการหมัก และงานวิจัยของ วารุณี และ ทวีช (2550) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้วัตถุดิบจากผักและผลไม้ ร่วมกับกากน้ำตาล หมักในสภาพให้อากาศและ ไม่ให้อากาศระยะเวลา 28 วัน พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำหมัก มีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังจากหมัก 7 วัน จากนั้นจำนวน แบคทีเรียจะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีปริมาณต่ำกว่าวันที่เริ่มต้นกระบวนการหมัก โดยในช่วงแรก (7-14 วัน) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าแบคทีเรียเติบโตได้ดี เนื่องจากมีสารอาหารเพียงพอจากเซรุ่มน้ำยาง หลังจาก 14 วัน สารอาหารที่จำเป็น เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ไนโตรเจน และแร่ธาตุ เริ่มลดลงทำให้การเจริญลดลง และแบคทีเรียบางส่วนตายไป หรือหากไม่มีการเติมออกซิเจน (ในกรณีที่ *B. aryabhattai* ต้องการอากาศ) ถ้าสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น และออกซิเจนต่ำ อาจทำให้ปริมาณแบคทีเรียลดลงได้เช่นกัน (Aguilar-Paredes et al., 2023)

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในเซรุ่มน้ำยางหมักที่ไม่บ่ม และบ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) พบว่าการบ่มเซรุ่มน้ำยางหมักร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน ทำให้โพแทสเซียมในเซรุ่มน้ำยางหมักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และการบ่มในระยะเวลา 21 วันทำให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ (2551) พบว่าจากการศึกษาผลของการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมและเชื้อจุลินทรีย์ ในระยะเวลาการหมัก 14 วัน ทำให้ปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในน้ำหมัก และงานวิจัยของ Wu et al. (2022) ที่ศึกษากลไกของจุลินทรีย์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำปุ๋ยหมักโดยใช้ *Aneurinibacillus* sp. LD3 เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักช่วง 10 วันแรกของการทำปุ๋ยหมักจะลดลง ซึ่งอาจเกิดจากการย่อยสลายไนโตรเจนของจุลินทรีย์ (Zhou et al., 2018) ต่อมาปริมาณไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นหลังจาก 10 วันของการหมัก และทำให้ในระหว่างกระบวนการหมักปริมาณฟอสฟอรัสจะไม่ลดลง นอกจากนี้ปริมาณโพแทสเซียมยังเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้นเป็น

2 เท่าในวันที่ 42 ของการหมัก Li et al. (2020) ยังได้รายงานด้วยว่าการเติมจุลินทรีย์ (*Lactobacillus plantarum*) ลงในปุ๋ยหมักมูล และสามารถเพิ่มปริมาณสารอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักได้ ส่งผลให้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก *B. aryabhattai* อาจช่วยปลดปล่อยโพแทสเซียมจากสารประกอบอินทรีย์ในขี้หมักน้ำยาง เช่น ไฟโตเล็กซิน (phytoalexins) หรือสารประกอบที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ เมื่อแบคทีเรียใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานจะปล่อยโพแทสเซียมออกมาในรูปแบบที่ละลายน้ำได้และสามารถใช้ประโยชน์ได้ง่ายขึ้น และ *B. aryabhattai* อาจมีเอนไซม์ที่ช่วยสลายโปรตีน หรือสารประกอบที่มีไนโตรเจนในขี้หมักน้ำยาง ทำให้เกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแบบที่ละลายน้ำได้ เช่น แอมโมเนียม หรือไนเตรต (Sánchez et al., 2017)

การเสริมขี้หมักน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน พบว่าชุดการทดลองที่เสริมขี้หมักน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลาเป็นเวลา 14 วัน ให้ผลค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งผักบุ้ง ดีที่สุด ส่วนความสูง จำนวนใบ และความยาวรากเฉลี่ยของผักบุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองแต่มีแนวโน้มที่ดีกว่าชุดควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ซอพิยะห์ และคณะ (2566) ที่ได้คัดเลือกแบคทีเรียมาใช้ในปุ๋ยหมักเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้ง โดยพบว่าสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของผักบุ้งได้ดีทั้งด้านจำนวนใบ ความยาวใบ และความสูงต้น เนื่องจากแบคทีเรียสามารถผลิตเอนไซม์อะไมเลสและโปรติเอสที่มีบทบาทในการย่อยแป้งและโปรตีน ซึ่งมีความสำคัญกับกระบวนการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง และกลายเป็นสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชได้ ศุภชาติ (2564) ได้รายงานว่แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. บางชนิด มีคุณสมบัติเป็น PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช มีความสามารถในการละลายธาตุฟอสฟอรัสในดิน ละลายโพแทสเซียมบริเวณรากพืช สามารถผลิตฮอร์โมนพืช ผลิตเอนไซม์หลายชนิด ช่วยกระตุ้นการเจริญ และแตกแขนงของราก (Etesami et al., 2017) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่หมักร่วมกับแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้

ขี้หมักน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน หลังจากการเสริมในผักบุ้งและเก็บเกี่ยวผลผลิต นำตัวอย่างดินแต่ละชุดการทดลองมาวัดค่า pH พบว่าดินมีค่า pH อยู่ในช่วง 8.18 ถึง 8.78 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปภากร (2563) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินหลังการใช้น้ำหมักชีวภาพทุก 7 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยสมบัติทางเคมีดินก่อนการทดลองมีค่า pH เท่ากับ 7.11 หลังการทดลองพบว่าดินมีค่า pH อยู่ในช่วง 7.83 ถึง 8.33 และงานวิจัยของ Wu et al. (2022) ที่พบว่าค่า pH ของปุ๋ยหมักที่หมักร่วมกับ *Aneurinibacillus* sp. LD3 มีค่า pH ลดลงในสองวันแรก ซึ่งอาจเกิดจากการสะสมของกรดอะซิติก ไพรูเวต และกรดอินทรีย์อื่นๆ ที่เกิดจากการย่อยสลายของสารในช่วงแรกของการทำปุ๋ยหมัก (Pandey et al., 2016) หลังจากวันที่ 10 ของการหมัก ค่า pH จะเพิ่มขึ้นและคงที่อยู่ในช่วง pH 7.9 ถึง 8.3 ซึ่งตรงตามข้อกำหนดของช่วง pH 5.5 ถึง 8.5 ในมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Sui et al., 2017) แต่ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกับไพบูลย์ และคณะ (2566) ที่ได้รายงานว่จากการวิเคราะห์ค่า pH ของดินก่อนปลูกดาวเรืองที่มีการใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรไข่ไก่มีสภาพเป็นกรดอ่อน คือ 5.71 ถึง 5.84 แต่หลังจากปลูก 120 วัน พบว่าค่า pH สูงขึ้นโดยเฉลี่ย คือ 6.39 ถึง 6.54 อาจเป็นสาเหตุมาจากระยะของการหมักปุ๋ยหรือน้ำหมักชีวภาพที่ไม่เท่ากัน รวมถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักที่ต่างกัน ดังนั้นการศึกษาค้นคว้านี้ชี้ให้เห็นว่ขี้หมักน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) สามารถใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้งได้

สรุป

การศึกษผลของการบ่มขี้หมักน้ำยางหมักร่วมกับ *Bacillus aryabhattai* (CKNJh11) ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้ง พบว่าการใช้ขี้หมักน้ำยางหมักที่บ่มร่วมกับแบคทีเรียเป็นเวลา 14 วัน ช่วยเพิ่มค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงและน้ำหนักสดของผักบุ้งได้ดีที่สุดในขณะที่น้ำหนักแห้งของผักบุ้งสูงสุดเมื่อใช้ขี้หมักน้ำยางที่บ่มเป็นเวลา 14 และ 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ขี้หมักน้ำยางหมักที่ผ่านการบ่มกับ *B. aryabhattai* (CKNJh11) มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้ง และสามารถพัฒนาเป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับการเกษตรในอนาคตได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียน มอ. วิทยานุสรณ์ สุราษฎร์ธานี และขอขอบคุณศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือสำหรับทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จักรกฤษณ์ พูนภักดี, วารุณี อติศักดิ์กุล และจำเริญ อ่อนทอง. 2563. ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร และองค์ประกอบทางชีวเคมี. วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 37: 18-29.
- ชอพิยะห์ ยูโซะ, อาติลา เต็ง และสุธิมา ปรีเปรม. 2566. การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียกรดแลคติกจากอาหารหมักและการประยุกต์ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักน้ำเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 8: 31-39.
- ณัฐมน กันธิยะ และศุภจิตา อ่ำทอง. 2557. ผลของชนิดของดิน ระดับความชื้นและค่า pH ของดินต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ. แก่นเกษตร. 42: 314-321.
- ณัฐภูมิ เพชรนวล, ปฐมาภรณ์ ทิลาภักษ์, พิริยาภรณ์ อันอามังงาม และอมรรัตน์ สุวรรณโพธิ์ศรี. 2563. ปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์โพรไบโอติกของพืช. เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 1: 12-21.
- ไตรธานี เขี่ยมอ่อน, นันทวัน ฤทธิเดช, ประสิทธิ์ ใจคิด และโสภณ บุญลือ. 2555. การส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อยด้วยแบคทีเรียละลายฟอสเฟต ในสภาพเรือนทดลอง. แก่นเกษตร. 40: 185-193.
- ปภากร สุทธิภาสศิลป์. 2563. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินหลังการใช้น้ำหมักชีวภาพควบคุมวัชพืช. วารสารราชภัฏวิทยาศาสตร์มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์. 21: 420-428.
- ปิยะภรณ์ จิตรเอก, พรามาส เจริญรักษ์, พิมพรรณ พิมลรัตน์, สุวรรณกาญจน์ สุพมาตรา, อัครภัทร์ เทียงตรง และ ดารุง วัชรินทร์รัตน์. 2565. ผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งดอก. น. 240-245. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 60 เรื่องเกษตรศาสตร์วิถีถัดไป พลิกวิกฤตสู่ความยั่งยืน 21-23 กุมภาพันธ์ 2565. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- พูนศิริ หอมจันทร์. 2559. การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลาและเศษกุ้ง. น. 257-263. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติราชชมงคลสุรินทร์วิชาการ ครั้งที่ 8 เรื่องวิจัยเพื่อประเทศไทย 4.0 22 ธันวาคม 2559. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์, สุรินทร์.
- ไพบุลย์ หมูยามาศ, ณัฐภูมิ โยธาใหญ่, สุทธิพงษ์ จันท์มา, เมธาสีห์ ทาแกง, คงศักดิ์ ประมากร, สุทิวส์ สกลทรัพย์, ปัญญากร กาศรี, กัมพล ปาละอุด, ศรัณยู โปโซโร และศราวุธ วนิชแห่งไพรส์พันธ์. 2566. ผลของน้ำหมักชีวภาพสูตรไข่ไก่ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของดอกดาวเรืองพันธุ์ทอร์เรเตอร์. แก่นเกษตร. 51: 555-562.
- มัทนภรณ์ ใหม่คามิ. 2564. ผลของดินผสมกากกาแฟต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน. วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา. 4: 155-163.
- วันปิติ ธรรมศร. 2564. ผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรไทย. เกษตรพระจอมเกล้า. 39: 329-336.
- วารุณี ขุนทอง และทวิช ทำนาเมือง. 2550. การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียในกระบวนการหมักน้ำสกัดชีวภาพ และผลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการยับยั้งแบคทีเรียโรคพืช. กวทันโลกวิทยาศาสตร์. 7: 62-77.
- ศุภชาติ ธรรมนิติเวทย์. 2564. ไรโซแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช: หลักการและการใช้ประโยชน์. เกษตรนเรศวร. 18: e0180109.
- ศิริลักษณ์ หุนแดง. 2551. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากกากันเห็ดหอม ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

- สุภาวดี หนูสิน. 2564. ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยเคมีทางการเกษตร. บริหารการพัฒนานวัตกรรมเชิงบูรณาการ. 1: 34-43.
- อรทัย แดงสวัสดิ์. 2563. การคัดแยก และศึกษาคุณสมบัติของบาซิลลัสเพื่อใช้เป็นสารเสริมโปรไบโอติกในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี. สุราษฎร์ธานี.
- อมรรัตน์ จำนง. 2551. อุตสาหกรรมยางและเทคโนโลยีในการผลิต. แหล่งข้อมูล: <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/>. ค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2567.
- เอกรินทร์ สารีพัว, ปริญดา แข็งขัน และชยพร แอคะระจิน. 2561. ผลของพันธุ์และวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผลิตต้นอ่อนผักบุ้ง. แก่นเกษตร. 46: 543-548.
- Aguilar-Paredes, A., G. Valdés, N. Araneda, E. Valdebenito, F. Hansen, and M. Nuti. 2023. Microbial community in the composting process and its positive impact on the soil biota in Sustainable Agriculture. *Agronomy*. 1: 542.
- Demir, H., I. Sönmez, U. Uçan, and İ. H. Akgün. 2023. Biofertilizers improve the plant growth, yield, and mineral concentration of lettuce and broccoli. *Agronomy*. 13: 2031.
- Etesami, H., S. Emami, and H. A. Alikhani. 2017. Potassium solubilizing bacteria (KSB): Mechanisms, promotion of plant growth, and the future prospects -a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 17: 897-911.
- Epparti, P., S. M. Eligar, A. P. Sattur, B. S. Gnanesh Kumar, and P. M. Halami. 2022. Characterization of dual bacteriocins producing *Bacillus subtilis* sc3.7 isolated from fermented food. *LWT - Food Science and Technology*. 154: 112854.
- Li, W., Y. Liu, Q. Hou, W. Huang, H. Zheng, X. Gao, J. Yu, L. Kwok, H. Zhang, and Z. Sun. 2020. *Lactobacillus plantarum* improves the efficiency of sheep manure composting and the quality of the final product. *Bioresource Technology*. 297: 122456.
- Lomthong, T., P. Suntornnimit, C. Sakdapetsiri, S. Trakarnpaiboon, J. Sawaengkaew and V. Kitpreechavanich. 2022. Alkaline protease production by thermotolerant *Bacillus* sp.. Ku-K2, from non-rubber skim latex through the non-sterile system and its enzymatic characterization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 46: 102542.
- Nakharuthai, C., S. Boonanuntanasarn, J. Kaewda, and P. Manassila, 2023. Isolation of potential probiotic *Bacillus* spp. from the intestine of Nile tilapia to construct recombinant probiotic expressing cc chemokine and its effectiveness on innate immune responses in *Nile tilapia*. *Animals*. 13: 986.
- Pandey, P. K., W. Cao, S. Biswasand, and V. Vaddella. 2016. A new closed loop heating system for composting of green and food wastes. *Journal of Cleaner Production*. 133: 1252-1259.
- Rahman, M., A. A. Sabir, J. A. Mukta, Md. M. Khan, M. Mohi-Ud-Din, Md. G. Miah, M. Rahman, and M. T. Islam. 2018. Plant probiotic bacteria *Bacillus* and *Paraburkholderia* improve growth, yield and content of antioxidants in strawberry fruit. *Scientific Reports*. 8: 2504.
- Ramakrishna, W., R. Yadav, and K. Li. 2019. Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin. *Applied Soil Ecology*. 138: 10-18.
- Sánchez, Ó. J., D. A. Ospina, and S. Montoya. 2017. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Management*. 69: 136-153.
- Sun, B., L. Gu, L. Bao, S. Zhang, Y. Wei, Z. Bai, G. Zhuang, and X. Zhuang. 2020. Application of biofertilizer containing *Bacillus subtilis* reduced the nitrogen loss in agricultural soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 148: 107911.

- Wang, Q., Z. Wang, M. K. Awasthi, Y. Jiang, R. Li, X. Ren, J. Zhao, F. Shen, M. Wang, and Z. Zhang. 2016. Evaluation of Medical Stone Amendment for the reduction of nitrogen loss and bioavailability of heavy metals during pig manure composting. *Bioresource Technology*. 220: 297–304.
- Wu, X., C. Amanze, R. Yu, J. Li, X. Wu, L. Shen, Y. Liu, Z. Yu, J. Wang, and W. Zeng. 2022. Insight into the microbial mechanisms for the improvement of composting efficiency driven by *Aneurinibacillus* sp. LD3. *Bioresource Technology*. 359: 127487.
- Xu, H., J. Gao, R. Portieles, L. Du, X. Gao, and O. Borrás-Hidalgo. 2022. Endophytic bacterium *Bacillus aryabhattai* induces novel transcriptomic changes to stimulate plant growth. *PLoS ONE*. 17: e0272500.
- Zhou, Y., A. Selvam, and J. W. C. Wong. 2018. Chinese medicinal herbal residues as a bulking agent for food waste composting. *Bioresource Technology*. 249: 182–188.