

ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊ค
ที่ปลูกใช้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Effects of bio-extract on growth and quality of Green Oak lettuce
(*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) cultivated in hydroponics system

จาริวัฒน์ ศิริอินทร์ (Jariwat Siriin) E-mail : jariwat.siriin25@gmail.com ^{1*}

นุกูล สารวงษ์ (Nukul Sarawong) E-mail : kul_srw@hotmail.com ²

สมบัติ ทิมทรัพย์ (Sombat Teekasap) E-mail : sombat.teekasap@gmail.com ³

จักรพงษ์ หรั่งเจริญ (Chakrapong Rangjaroen) E-mail : rangjaroen@gmail.com ⁴

^{1, 2, 3} สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
(Program in Technology and Innovation Management , The Graduate School, Bansomdejchaopraya Rajabhat University)

⁴ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร (Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University)

*Corresponding Author. E-mail : jariwat.siriin25@gmail.com

(Received: 15 July 2024; Revised: 16 September 2024; Accepted: 19 September 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT (Nutrient Film Technique) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้สูตรสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพนมสด สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร และสารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค โดยทำการปลูกเป็นเวลา 28 วัน ผลการศึกษาพบว่า สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนใบ ความสูงต้น และน้ำหนักสดสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.55 ± 1.23 ใบ 27.00 ± 1.3 เซนติเมตร 101.61 ± 9.83 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการเติมสารละลายธาตุอาหารสารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) กับน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ (Treatment 2) พบว่า น้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ ให้ค่าความกว้างทรงพุ่มที่ดีกว่า ในวันที่ 7 14 และ 21 หลังจากย้ายปลูก โดยมีค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 14.25 ± 0.88 24.35 ± 1.50 และ 25.20 ± 1.74 เซนติเมตรตามลำดับ ในขณะที่ ชุดการทดลองควบคุม (ไม่เติมสารละลายธาตุอาหาร) (Treatment 1) สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ (Treatment 2) และสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า อัตราส่วน 1:1 (Treatment 5) มีปริมาณไนโตรเจนสะสมน้อยที่สุด และทั้ง 3 กรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติที่ $P=0.05$ โดยปริมาณไนโตรเจนสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 155.00 ± 2.00 235.63 ± 1.23 และ 273.30 ± 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และค่าที่พบไม่สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด (2,500 มก./น้ำหนักสด 1 กก.) โดยสรุป ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้เป็นข้อเสนอแนะให้เกษตรกรสามารถลดการใช้สารเคมีในการปลูกผัก และใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นทางเลือกทดแทนเพื่อลดความเสี่ยงปริมาณไนโตรเจนตกค้างเกินมาตรฐาน

คำสำคัญ : ผักสลัดกรีนโอ๊ค; ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน; ปริมาณไนโตรเจนตกค้าง

Abstract

This research aimed to study the effects of bio-fermented solution on the growth and quality of green oak lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) grown in the hydroponics system using NFT (Nutrient Film Technique). A completely randomized controlled trial was conducted using nutrient solution formulas, including fresh milk biofermentation, fresh milk biofermentation, and farmers' method nutrient solution, and commercial organic nutrient solution, to be used as a comparison for the growth of green oak lettuce grown for 28 days. The results of the study showed that commercial organic nutrient solution mixed with nutrient solution according to the farmers' method at a ratio of 1:1 had the highest growth values in terms of number of leaves, plant height, and fresh weight with an average value of 23.55 ± 1.23 leaves, 27.00 ± 1.3 cm, and 101.61 ± 9.83 g per plant, respectively. In a comparison between the addition of commercial organic nutrient solution (Treatment 3) and the biologically processed fresh milk solution (Treatment 2), it was found that the biologically processed fresh milk solution had better canopy width values on the 7th, 14th, and 21st days after they were transplanted, with mean canopy widths of 14.25 ± 0.88 , 24.35 ± 1.50 , and 25.20 ± 1.74 cm, respectively. While the control experiment (no nutrient solution added) (Treatment 1), the biological process fresh milk nutrient solution (Treatment 2), and the biological process fresh milk nutrient solution mixed with TPI nutrient solution at a ratio of 1:1 (Treatment 5) had the lowest accumulated nitrate. However, all the three treatments were not statistically different at $P = 0.05$. The average accumulated nitrate was 155.00 ± 2.00 , 235.63 ± 1.23 , and 273.30 ± 1.50 mg/kg fresh weight, respectively, and the values found were not higher than the specified standard (2,500 mg/kg fresh weight). In summary, the data obtained from this experiment can be used as a suggestion for farmers to reduce use of chemicals in growing vegetables and, instead, use bio-fermented water as an alternative to reduce risk of nitrate residue amounts exceeding the standard.

Keywords : Green Oak lettuce; hydroponics system; nitrate accumulation

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นระบบการปลูกพืชที่สามารถปลูกได้อย่างต่อเนื่องภายใต้การควบคุมการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจัดเป็นระบบการผลิตพืชที่ปลอดภัย ใช้เวลารวดเร็ว เกษตรกรหรือผู้ดูแลต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด เช่น ฤดูกาลปลูก แสง สถานที่ปลูก ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ระบบการปลูกพืชดังกล่าวยังคงประสบปัญหาการตรวจพบการสะสมของปริมาณสารสะสมจำพวกไนเตรทที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารละลายธาตุอาหารของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุมูลของไนเตรท ที่มักพบมากในผักที่นิยมรับประทานใบ เมื่อพืชดูดสารละลายธาตุอาหารและมีไนเตรทเข้าไปสะสมในพืชมากเกินไป ปริมาณที่ต้องการจะส่งผลให้เกิดการสะสมไนเตรทขึ้นได้ (กรณีศึกษา จำเริญ, 2555) ในกระบวนการเปลี่ยนไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ซึ่งเกิดภายในพืช พบว่าเมื่อไนไตรท์ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียจะเกิดการสะสมและส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค

สารละลายธาตุอาหารนับเป็นหัวใจสำคัญของการปลูกพืชในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ทำให้เกิดความเสี่ยงการตกค้างไนเตรทในพืชได้ ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีหลายระบบ ได้แก่ ระบบน้ำต้น (Nutrient Film Technique) (NFT), ระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique) (DFT), ระบบกึ่งน้ำลึก Dynamic Root Floating Technique (DRFT), ระบบอะควาโพนิกส์ (Aeroponics และ Substrate culture) อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายในด้านสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในระบบปลูกพืชค่อนข้างสูงรวมทั้งความกังวลของผู้บริโภคเกี่ยวกับการตกค้างของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืช การศึกษาแนวทางการใช้สารอินทรีย์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ทดแทนการใช้ในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ (จาริวัฒน์ ศิริอินทร์ เจริญ ธีระวรวงค์ และนราศักดิ์ บุญมี, 2564) น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลือที่ได้จากกระบวนการหมักพืชและสัตว์ จนได้สารละลายที่มีองค์ประกอบทางคาร์บอนและไนโตรเจน รวมทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง จุลธาตุ กรดฮิวมิก สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่นออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน เป็นต้น และยังพบเอนไซม์ และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2012) ในปัจจุบันมีการนำน้ำหมักชีวภาพมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตพืช ได้แก่ ผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊คบัตเตอร์เฮด เรดคอส (สุภาพร ราช และศิริสาธิตา จันทร์ขศิริพร, 2560; อาริรัตน์ ชณะรัตน์, 2561) อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหาร และสารสกัดชีวภาพที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชแตกต่างกัน

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักกินใบชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่วนของใบ และนิยมรับประทานสด มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยวิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ในผักชนิดนี้ยังประกอบด้วยสาร antioxidant หลายชนิด เช่น folic acid, lutene, beta-carotene อีกทั้งเป็นผักที่มีการบริโภคตลอดทั้งปี มีความต้องการสูง และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จึงต้องใช้ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในการผลิตเพื่อให้ได้ผักที่สด สะอาด ปลอดภัย มีคุณภาพ ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงเป็นทางเลือกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาสร้างคุณค่า และพัฒนาการผลิตพืชแบบเกษตรอินทรีย์ต่อไป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาน้ำหมักชีวภาพหมักนมสดเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืช โดยมุ่งหวังนำไปประยุกต์ใช้กับผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คด้วยระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยการนำน้ำหมักชีวภาพนมสดมาเป็นสารละลายธาตุอาหารให้กับพืช

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราการเจริญและผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่ตกค้างในผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

สมมติฐานในการวิจัย

1. การใช้สารละลายธาตุอาหารจากน้ำชีวภาพนมสดที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
2. การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีปริมาณไนเตรทลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร

กรอบแนวคิดในการวิจัย

สถานที่ทำการทดลอง อับดุลเลาะห์ไฮโดรฟาร์ม แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาสารละลายธาตุอาหารจากน้ำชีวภาพนมสดต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนตกค้างในผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ระเบียบวิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT (Nutrient Film Technique) โดยใช้สารละลายธาตุอาหารจากน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่เจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT

วิธีการวิจัย

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ และสารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร และ สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า หลังจากนั้นทำการบันทึกผลแต่ละสัปดาห์ หลังจากเพาะเมล็ด 14 วัน โดยมีการวัดค่า ความสูงต้น ความยาวราก ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบเพื่อศึกษาหาค่าความเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จำนวน 7 ชุดการทดลอง

1. ขั้นตอนการเตรียมวัสดุเพาะเมล็ด

การศึกษาการปลูกพืชในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT (Nutrient Film Technique) ผู้วิจัยใช้ฟาร์มปลูกผักอับดุลเลาะห์ไฮโดรฟาร์ม เขตมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในการทำวิจัยนำเมล็ดผักกาดหอมกรีนโอ๊คเพาะลงในฟองน้ำขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 1 เมล็ดต่อช่องปลูก จากนั้นนำฟองน้ำวางลงในกระบะพลาสติกขนาด 30 x 45 เซนติเมตร ที่มีน้ำสูงครึ่งหนึ่งของฟองน้ำ และนำไปตั้งไว้ในที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เมื่อเมล็ดเริ่มงอกจนเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าให้นำต้นกล้าไปวางไว้ในที่มีแสงแดดรำไร

2. การย้ายต้นกล้าลงปลูก

เก็บตัวอย่างผักกาดหอมกรีนโอ๊คอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด เป็นระยะที่มีใบจริง 2-3 ใบ และมีความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร จึงย้ายฟองน้ำที่มีต้นกล้าลงปลูกในระบบ NFT สารละลายใช้ในระบบทั้งหมด 150 ลิตร และจำนวนต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ปลูกทั้งหมด 100 ต้นต่อระบบที่มีการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหารและน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพผสมกับสารละลายธาตุอาหารที่ต่างชนิดกัน โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 20 เซนติเมตร จากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายธาตุอาหารให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-5.8 และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.80-1.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) โดยการเติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) และกรดไนตริก (HNO_3) โดยทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของ สารละลายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในการทดลองนี้เปลี่ยนน้ำสารละลายธาตุอาหารแต่ละชุดการทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

3. การเตรียมน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ

3.1 นำนมวัวดิบ จำนวน 10 ลิตร ผสมกับกากน้ำตาล จำนวน 4 ลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในถังหมักจนได้ปริมาตร 50 ลิตร หลังจากนั้นเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากการแยกบริเวณรอบ ๆ รากส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันและปิดฝาถังหมักให้สนิท และทำการหมักเป็นระยะเวลา 15-20 วัน ในช่วงเวลาที่ทำหมักจะมีการเปิดฝาถังและกวนน้ำหมักชีวภาพเพื่อระบายความร้อนและช่วยระบายอากาศภายในถังหมักทุก 2 วัน เมื่อครบ 30 วัน จึงนำน้ำหมักชีวภาพนมสดมาเจือจางตามความเข้มข้นที่กำหนดในการทดลอง

3.2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ จะทำการกรองโดยใช้ผ้าขาวบางกรอง 3 รอบ จากนั้นนำน้ำหมักที่ได้ไปกรองผ่านชุดกรองสุญญากาศ และทำการผสม EDTA-2Na หลังจากนั้นนำน้ำหมักชีวภาพไปเติมลงในถังสารละลาย

4. ขั้นตอนการเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร

4.1 ส่วนผสมปุ๋ย A (Stock Solution A) ได้แก่

แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	450 กรัม
โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)	350 กรัม
โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (NH_4PO_4)	5.12 กรัม
โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4)	8.5 กรัม
แมงกานีสคีเลต (Mn-EDTA)	0.4 กรัม
จุลธาตุรวม	0.5 กรัม

จากนั้นให้ผสมธาตุอาหารทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วเติมปรับค่าปริมาณน้ำให้ครบ 1 ลิตรแล้วจะได้ปุ๋ย A

4.2 ส่วนผสมปุ๋ย B (Stock Solution B) ได้แก่

แคลเซียมไนเตรต ($Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$)	100 กรัม
เหล็กคีเลต (Fe-EDTA)	3 กรัม
จุลธาตุรวม	0.3 กรัม

จากนั้นให้ผสมธาตุอาหารทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วเติมปรับค่าปริมาณน้ำให้ครบ 1 ลิตรแล้วจะได้ปุ๋ย B หลังจากนั้นเติมปุ๋ย A และปุ๋ย B ลงในถังสารละลาย ในปริมาณอัตราส่วน 1:1

4.3 ขั้นตอนการทดลอง และการเตรียมปุ๋ย

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คโดยใช้สูตรสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ และสารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร และสารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค โดยทำการทดลองทั้งหมด 7 treatment ได้แก่

1. ชุดการทดลองควบคุม (ไม่เติมสารละลายธาตุอาหาร)
2. สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ
3. สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า
4. สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร
5. สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า อัตราส่วน 1:1
6. สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1
7. สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1

ในทุกชุดการทดลองจะทำการปรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.8 เมื่อย้ายต้นกล้าสู่ระบบปลูก 14 วัน และหลังจาก 14 วันปรับค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1.6 และค่า pH 5.5–6.5 เป็นเวลา 28 วันหลังจากการย้ายปลูก

5. การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คอายุ 28 วันหลังย้ายปลูก โดยวัดความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) จำนวนใบ (ใบ) วัดความสูง (เซนติเมตร) ความยาวราก (เซนติเมตร) และน้ำหนักสดต้น (กรัม)

6. การวิเคราะห์การสะสมไนเตรตในผัก

เตรียมตัวอย่างพืชที่ได้นำมาหาปริมาณไนเตรต (NO_3^-) ตามกรรมวิธีของ Horiba

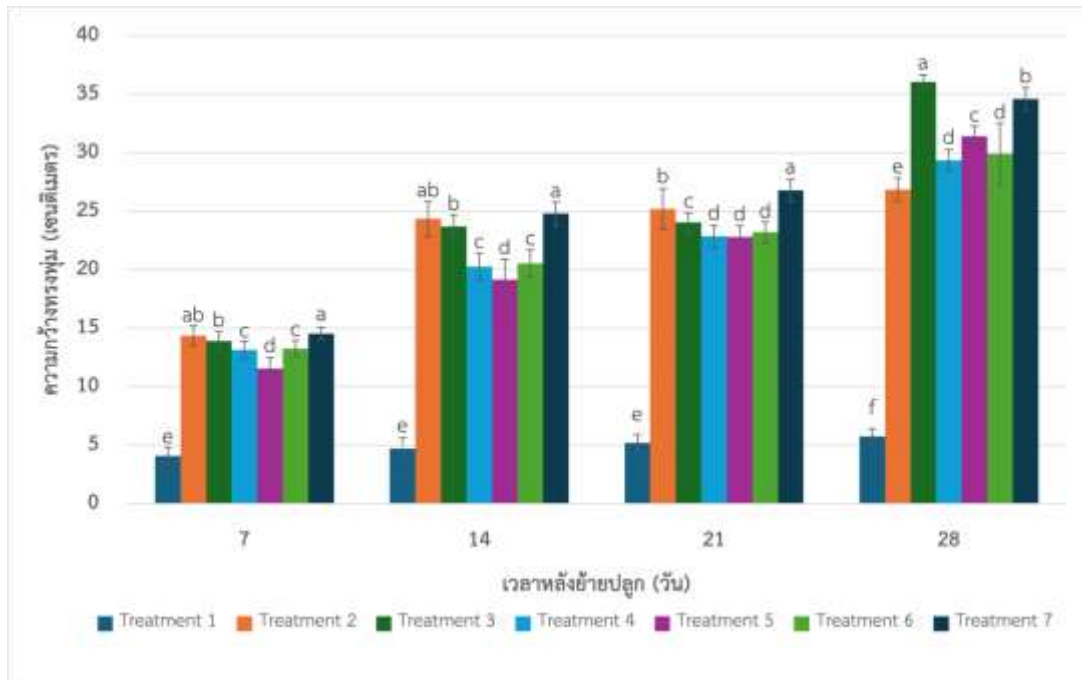
7. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) และนำค่าเฉลี่ยของแต่ละการทดลอง ที่ได้มาวิเคราะห์ค่านัยสำคัญทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม (Duncan's Multiple Range Test, DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการวิจัย

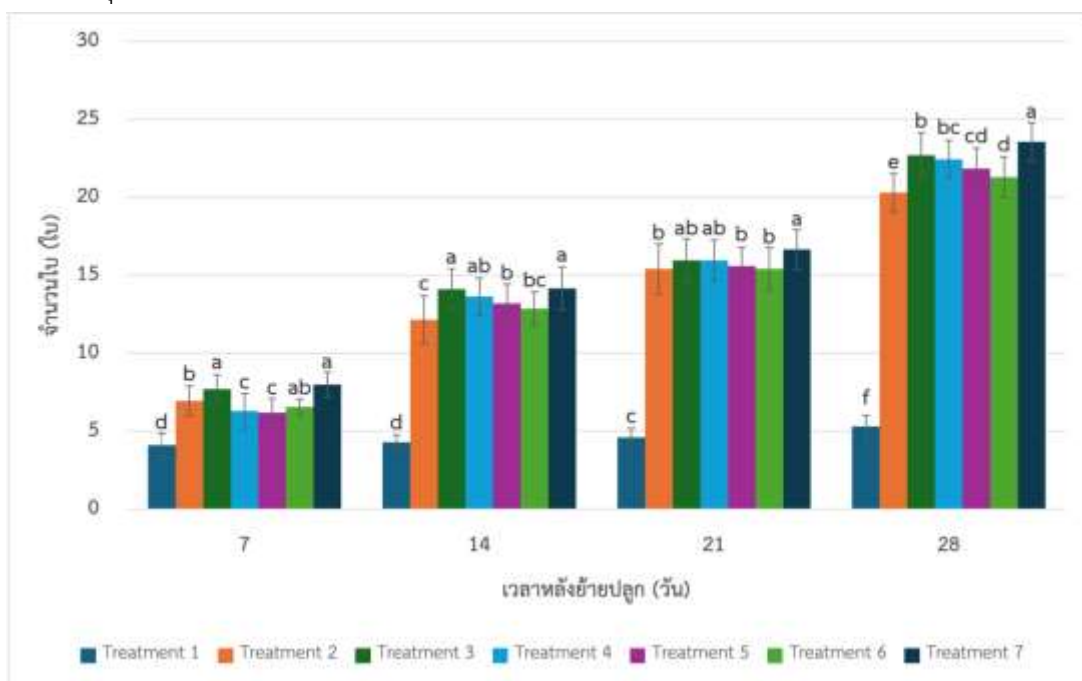
ผลการวิจัยการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT โดยการทดสอบจากการทดลองทั้งหมด 7 treatment ได้แก่ (1) ชุดการทดลองควบคุม (ไม่เติมสารละลายธาตุอาหาร) (2) สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ (3) สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า (4) สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร (5) สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า อัตราส่วน 1:1 (6) สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (7) สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1

สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหาร TPI อัตราส่วน 1:1 สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 พบว่า การเจริญเติบโตในส่วนของความกว้างทรงพุ่มเมื่อหลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 7 14 และ 21 วัน สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 7) ให้ค่าความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.55 ± 0.51 24.8 ± 1.01 และ 26.80 ± 0.95 เซนติเมตรตามลำดับ และแตกต่างทางสถิติที่ $P = 0.05$ ในขณะที่เก็บเกี่ยวผลผลิตคือวันที่ 28 หลังจากการย้ายปลูกพบว่า สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.05 ± 0.60 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเติมสารละลายธาตุอาหารสารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) กับน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ (Treatment 2) ให้ค่าความกว้างทรงพุ่ม ไม่แตกต่างทางสถิติที่ $P = 0.05$ ในวันที่ 7 14 และ 21 หลังจากย้ายปลูก โดยมีค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 14.25 ± 0.88 24.35 ± 1.50 และ 25.20 ± 1.74 เซนติเมตรตามลำดับ ดังภาพที่ 1



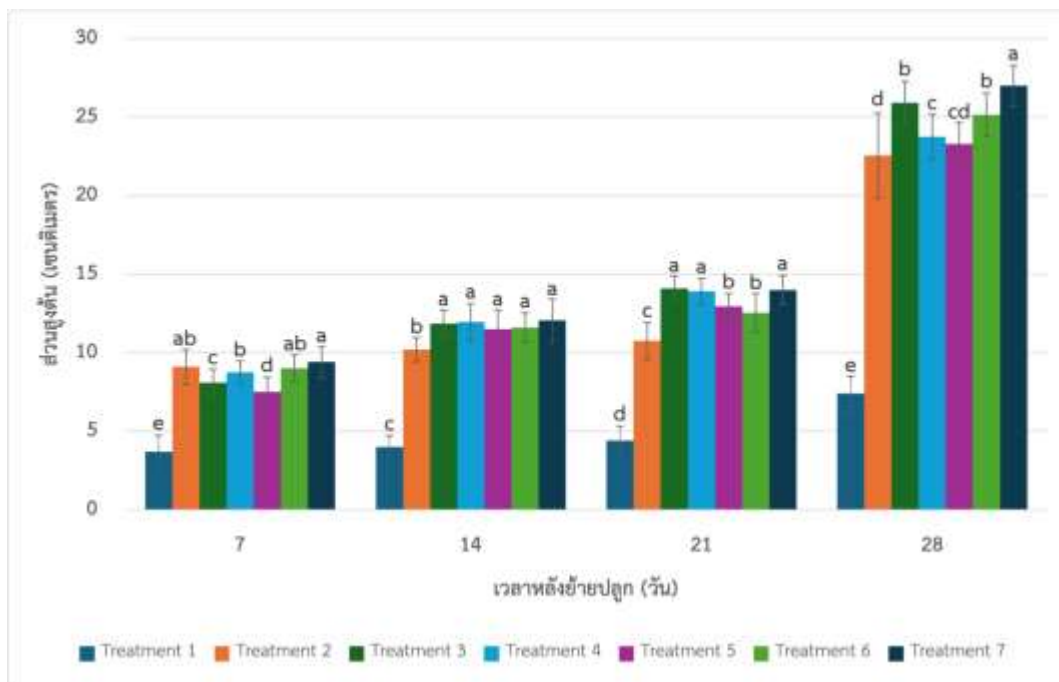
ภาพที่ 1 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 7 14 21 และ 28 วัน หลังจากการย้ายปลูก โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละวันแสดงค่าความแตกต่างที่ $P = 0.05$ ด้วยวิธี DMRT

การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT หลังจากทดสอบด้วยสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ พบว่า หลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 7 14 21 และ 28 วัน สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 7) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.00 ± 0.79 14.15 ± 1.39 16.65 ± 1.27 และ 23.55 ± 1.23 ใบตามลำดับ รองมาคือ สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบมากที่สุด ดังภาพที่ 2



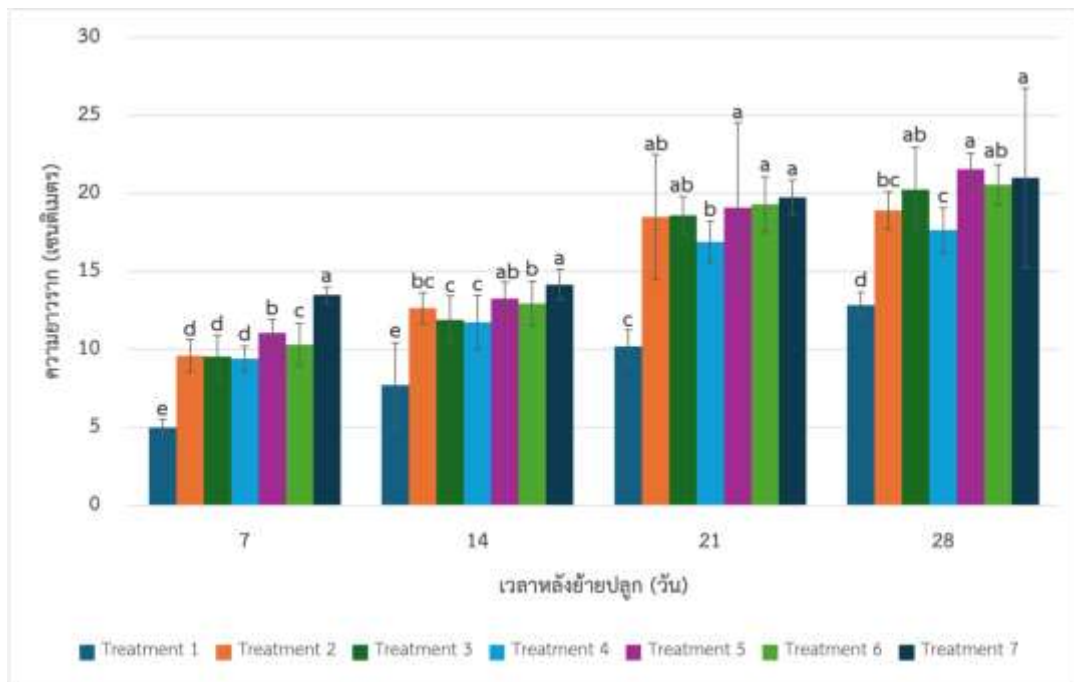
ภาพที่ 2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 7 14 21 และ 28 วัน หลังจากการย้ายปลูก โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละวันแสดงค่าความแตกต่างที่ $P = 0.05$

การเจริญเติบโตด้านความสูงต้นของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT หลังจากทดสอบด้วยสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ พบว่า หลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 7 14 และ 28 วัน สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 7) ให้ค่าเฉลี่ยส่วนสูงมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.40 ± 0.99 12.05 ± 1.36 และ 27.00 ± 1.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่หลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 21 วัน สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) ให้ค่าเฉลี่ยส่วนสูงมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.1 ± 0.79 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติที่ $P = 0.05$ กับ สารละลายธาตุอาหารแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 7) ให้ค่าเฉลี่ยส่วนสูงเท่ากับ 14.00 ± 0.92 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3



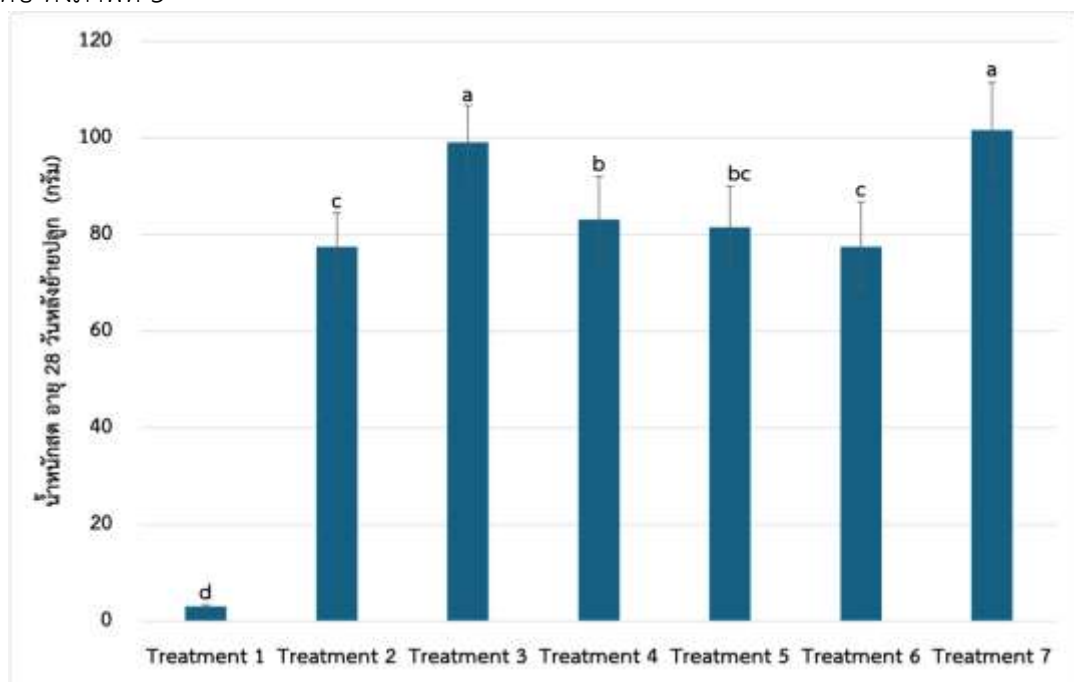
ภาพที่ 3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 7 14 21 และ 28 วัน หลังจากการย้ายปลูก โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละวันแสดงค่าความแตกต่างที่ $P = 0.05$

การเจริญเติบโตด้านความยาวรากของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT หลังจากทดสอบด้วยสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ พบว่า หลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 7 14 และ 21 วัน สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 7) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.50 ± 0.51 14.15 ± 1.99 และ 19.75 ± 1.12 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่หลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 28 วัน สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหาร TPI อัตราส่วน 1:1 (Treatment 5) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.55 ± 1.05 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4



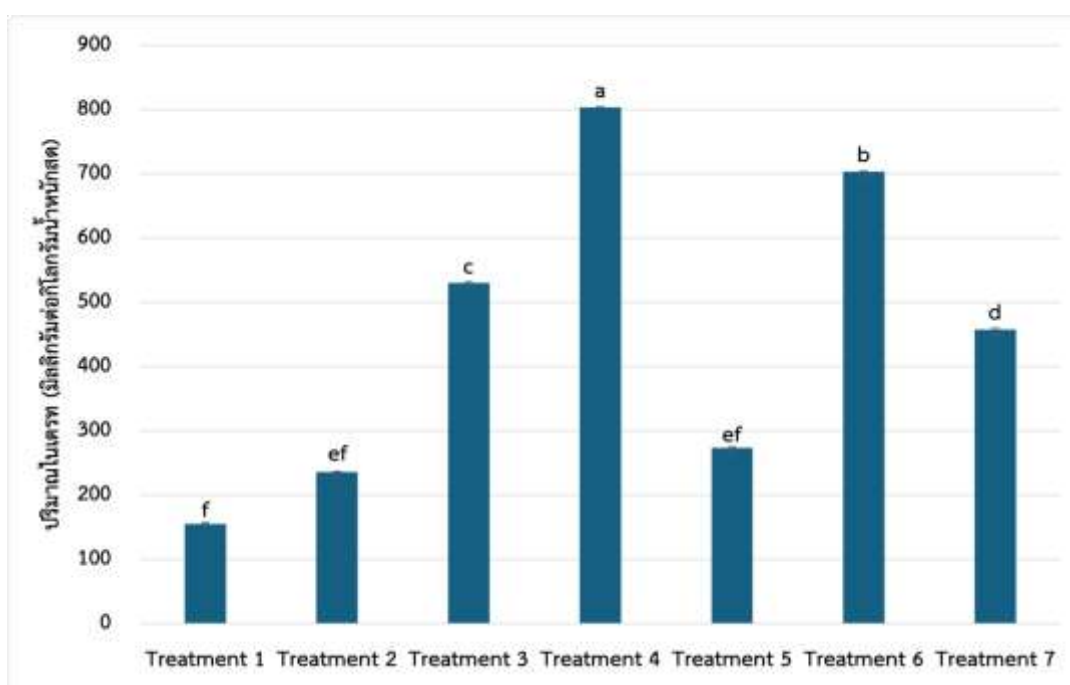
ภาพที่ 4 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 7 14 21 และ 28 วัน หลังจากการย้ายปลูก โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละวันแสดงค่าความแตกต่างที่ $P = 0.05$

การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดในวันเก็บเกี่ยวหลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 28 วัน ของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT หลังจากทดสอบด้วยสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ พบว่า สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 7) และ สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงและไม่แตกต่างทางสถิติที่ $P = 0.05$ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 101.61 ± 9.83 และ 99.08 ± 7.62 กรัม ตามลำดับ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 28 วัน หลังจากการย้ายปลูก โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละวันแสดงค่าความแตกต่างที่ $P = 0.05$

การวัดค่าปริมาณไนเตรตในวันเก็บเกี่ยวหลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 28 วัน ของผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT หลังจากทดสอบด้วยสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ พบว่า สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร (Treatment 4) มีปริมาณไนเตรตสะสมสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 803.30 ± 1.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดสูงสุด รองมาคือ สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตราส่วน 1:1 (Treatment 6) สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า (Treatment 3) โดยมีปริมาณไนเตรตสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 703.30 ± 1.34 และ 503.00 ± 2.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$ ในขณะที่ ชุดการทดลองควบคุม (ไม่เติมสารละลายธาตุอาหาร) (Treatment 1) สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ (Treatment 2) และสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ + สารละลายธาตุอาหาร TPI อัตราส่วน 1:1 (Treatment 5) มีปริมาณไนเตรตสะสมน้อยที่สุด และทั้ง 3 กรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$ โดยปริมาณไนเตรตสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 155.00 ± 2.00 235.63 ± 1.23 และ 273.30 ± 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความแตกต่างของปริมาณไนเตรตของผักสลัดกรีนโอ๊ค อายุ 28 วัน หลังจากการย้ายปลูก โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละวันแสดงค่าความแตกต่างที่ $P = 0.05$

อภิปรายผล

การศึกษาการปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊คในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ใช้สารละลายธาตุอาหาร สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีของเกษตรกร สารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า และสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ พบว่าผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีการเจริญที่ต่างกัน การใช้สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสด และสารละลายธาตุแบบอินทรีย์ทางการค้า มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่า ส่งผลให้การเจริญเติบโตน้อยกว่า (จาริวัฒน์ ศิริอินทร์ เจริญ ธีระวรวงศ์ และนราศักดิ์ บุญมี 2564) จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ผักสลัดเบบี๋เรดคอสที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีการเจริญเติบโตได้ดีเมื่อได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร พระนครโดยมีการ เจริญเติบโต

ด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักต้นสด น้ำหนักต้นแห้ง และปริมาณรงควัตถุสูงที่สุด ในขณะที่ผักสลัดเบบี้เรดคอส ที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพจากนมสดมีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา น้ำหมักชีวภาพจากหอยเชอรี่ และน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ การใช้น้ำหมักชีวภาพจากนมสดให้ผลใกล้เคียงกับการใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร ราชา และศิริศาธิญากร จันทร์ขศิริพร (2560) ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา เศษผัก และสูตรผสมที่เติมร่วมกับสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโต และลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตมาจากเศษปลาให้การเจริญเติบโตสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตมาจากเศษผักที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน อีกทั้งการหาปริมาณไนเตรตผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีปริมาณไนเตรตสะสมอยู่ในช่วง 1,550-8,033 ชุดการทดลองที่ 2 สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดโดยกระบวนการทางชีวภาพ เท่ากับ $2,356.33 \pm 1.23$ มิลลิกรัม/น้ำหนักสด 1 กิโลกรัม ซึ่งส่วนใหญ่พบว่าอยู่ในระดับที่สูง ซึ่งส่วนใหญ่พบว่าอยู่ในระดับที่สูงเกินระดับที่ European Commission (1997) ได้กำหนดปริมาณไนเตรตสูงสุดที่ยอมให้มีอยู่ในผักกาดหอมคือ 2,500-3,000 มิลลิกรัม/น้ำหนักสด 1 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดมีปริมาณไนเตรตสะสมอยู่ในปริมาณที่กำหนดและมีค่าน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรตสะสมกับการใช้สารละลายธาตุอาหารเป็นส่วนประกอบ อาจเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารน้ำหมักนมสดมีน้อยกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์, ศุภลักษณ์ ชิตวรกุล, วลัยพร มุลพุ่มสาย, ศิโรรัตน์ เขียนแมน และ ธนะชัย พันธเกษมสุข (2558) ประเมินความเสี่ยงของปริมาณตกค้างในผักสลัดพบว่า ผักที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินส่วนใหญ่มีปริมาณไนเตรตตกค้างสูงเกินมาตรฐาน (สูงกว่า 2,500 มก./น้ำหนักสด 1 กิโลกรัม (European Commission, 1997)

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิกา จำเสียง. (2555). ปริมาณไนเตรตที่ตกค้างในผักสลัด (*Green oak*). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- จาริวัฒน์ ศิริอินทร์, เจียร ธีระวรวงค์, และนราศักดิ์ บุญมี. (2564). ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดเบบี้เรดคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์. *วารสารแก่นเกษตร*. 49(2): 304-311. doi:10.14456/kaj.2021.26.
- วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์, ศุภลักษณ์ ชิตวรกุล, วลัยพร มุลพุ่มสาย, ศิโรรัตน์ เขียนแมน และ ธนะชัย พันธเกษมสุข. (2558). การประเมินความเสี่ยงของปริมาณไนเตรตตกค้างในผักไฮโดรโปนิคส์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 46(3), 331-334.
- สุภาพร ราชา และศิริศาธิญากร จันทร์ขศิริพร. (2560). ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาและผักที่มีต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 22(1), 215-224.
- อารีรัตน์ ชนะรัตน์, คณิตา ตั้งคณานุรักษ์, รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์ และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. (2561). ผลของน้ำหมักชีวภาพจากของเหลือทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมปลาป่นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมห่อและดาวเรือง. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 8(1): 43-53.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาส. (2555). น้ำหมักชีวภาพกับงานด้านเกษตร. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 3(1): 59-65.
- European Commission. (1997). Commission Regulation (EC) No. 194/97 of 31 January 1997. *Official Journal of the European Communities*, (31), 48-50.