การตอบสนองของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คเมื่อปลูกในสารละลายน้ำหมักชีวภาพนมร่วมกับการพ่นทางใบในระบบไฮโดรพอนิกส์

Responses of Red Oak Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Applied Milk Bio-extract Combination with Foliar Application under Hydroponic System

ธนภูมิ ศิริงาม*

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

นราศักดิ์ บุญมี

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Thanapoom Siringam*

Department of Agriculture, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

Narasak Boonmee

Modern Agricultural Technology Management Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

Received: June 16, 2021 ; Accepted: August 11, 2021

บทคัดย่อ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักสลัดที่มีคุณค่าทางอาหารและมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ผักกาดหอมนิยมนำมาปลูกในระบบการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ซึ่งเป็นระบบการผลิตที่สามารถควบคุมปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช งานวิจัยนี้ทำการศึกษาอิทธิพลของการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0, 0.10, 0.20, 0.30 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์แบบน้ำลึกหมุนเวียน (DRFT) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพนมมาในการผลิตผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหารต่อไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ จากการวิจัยพบว่า ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ไม่ได้ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ (สิ่งทดลองควบคุม) มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ ความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีการเจริญเติบโตดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบที่ระดับความเข้มข้น 0.10, 0.20 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

*Corresponding author: thanapoom@pnru.ac.th

คำสำคัญ: ผักกาดหอม; การเจริญเติบโต; น้ำหมักชีวภาพ; การพ่นสารทางใบ

Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a typical salad vegetable that has high nutrition and economic value. Currently, this plant species is mainly cultivated in the hydroponic system to control the growth and yield factors. This research aims to investigate the influence of milk bio- extract at different concentrations (0.00, 0.10, 0.20, 0.30, or 0.40% v/v) by foliar application on growth of red oak lettuce grown under dynamic root floating technique (DRFT) for substitution the nutrient solution to produce lettuce cultivated in the hydroponics system. The experimental design was a completely randomized design (CRD) with five treatments and five replications. The results showed that the most remarkable plant height, leaf number, plant canopy, shoot fresh weight, shoot dry weight and shoot dry matter were observed from the red oak lettuce without milk bio-extract application (control). In addition, the application of milk bio-extract at 0.30% (v/v) showed the significantly higher plant height, leaf number, plant canopy, shoot fresh weight, shoot dry weight, and shoot dry matter than those at 0.10, 0.20, and 0.40 % (v/v).

Keyword: lettuce; growth; milk bio-extract; foliar application

1. บทนำ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae ที่มีการกระจายพันธุ์ทั่วโลก เป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย แคลเซียม เหล็ก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต รวมทั้งนี้ยังประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี วิตามินเค โฟเลต ฟลาโวนอยด์ กรดโฟลิค แคโรทีนอยด์ ลูทีน ซีแซนทีน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางเภสัชกรรมที่ช่วยบรรเทาความกระวนกระวาย ขับปัสสาวะและเสมหะได้ (Funk *et al.*, 2005) ปัจจุบันปริมาณความต้องการบริโภคผลผลิตผักกาดหอมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตผักกาดหอมต้องวางแผนการผลิตที่มีความสอดคล้องกับปริมาณความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งเกษตรกรได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่า ดังนั้นเกษตรกรจึงมีแนวความคิดในการนำเทคโนโลยีการปลูกพืชที่เหมาะสมและสามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตผักกาดหอมได้

ไฮโดรพอนิกส์เป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชผ่านการควบคุมปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตผักกาดหอม โดยผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์จะได้รับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตจากสารละลายธาตุอาหารที่มีการควบคุมค่าความเป็นกรด-เบส และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร (Van Quy *et al.*, 2018) ซึ่งการปลูกพืชในระบบไฮโดรพอนิกส์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริเวณที่มีพื้นที่ปลูกจำกัดและพื้นที่ที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตามปัจจุบันผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับปริมาณสารเคมีตกค้างภายในผลผลิตผักกาดหอมที่ปลูกในดินและระบบไฮโดรพอนิกส์ เนื่องจากผักกาดหอมเป็นพืชที่มีอายุการเก็บ

เกี่ยวสั้นทำให้เกษตรกรมีการให้ปุ๋ยและสารละลายธาตุอาหารในปริมาณมาก ดังนั้นการศึกษาแนวทางการนำน้ำหมักชีวภาพมาประยุกต์ใช้ในการผลิตผักกาดหอมในระบบไฮโดรพอนิกส์จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่ได้จากการนำเอาวัสดุเหลือใช้มาผ่านกระบวนการหมักร่วมกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล โดยมีจุลินทรีย์ธรรมชาติ ธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช รวมทั้งสารประกอบที่สกัดได้จากเซลล์พืชและเซลล์สัตว์หลายชนิดเกิดขึ้น ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน เอนไซม์ และอื่น ๆ ในปัจจุบันน้ำหมักชีวภาพได้รับความสนใจในวงการเกษตรของไทยเป็นอย่างมาก มีการนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ประโยชน์เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น เช่น น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน น้ำหมักปลา (กระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว คะน้า) (Nilawonk, 2020), น้ำหมักมูลสัตว์ (ถั่วพุ่ม) (Kamla *et al.*, 2007), น้ำหมักชีวภาพจากนมสด น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ น้ำหมัก ชีวภาพจากเศษปลา และน้ำหมักชีวภาพจากหอยเชอรี่ (ผักสลัดเบบี้เรดคอส) (Siri-in *et al.*, 2021) น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา และน้ำหมักชีวภาพจากถั่วเหลือง (ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊ค) (Wongsrisakulkaew, 2017) น้ำหมักปลาป่น (ผักกาดหอมห่อและดาวเรือง) (Kanarat *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตามการเจริญและพัฒนาของพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับ (Davies and Albrigo, 1994) การสะสมธาตุอาหารและสมดุลของธาตุอาหารภายในพืช (Erner *et al.,* 1993) โดยปริมาณธาตุอาหารภายในน้ำหมักชีวภาพอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชในการนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญและพัฒนา ซึ่งหากพืชได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอจะส่งผลต่อสมดุลของธาตุอาหารภายในพืช มีผลทำให้การเจริญเติบโต พัฒนาการของพืช และผลผลิตของพืชลดลง (Davies and Albrigo, 1994; Lenz, 2000; El- otmani *et al.*, 2004; Vijay *et al.*, 2017) โดย Deeshumsang (2018) รายงานว่า น้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนของความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบของเมลอน ดังนั้นจึงควรศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์

การให้ปุ๋ยทางใบเป็นการให้ธาตุอาหารแก่พืชทางส่วนเหนือดิน โดยนำปุ๋ยที่มีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลวมาทำให้อยู่ในรูปสารละลายเจือจางและนำไปฉีดพ่นเป็นละอองไปยังส่วนใบและลำต้น เพื่อให้พืชดูดซึมธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปของไอออนผ่านทางผิวใบและช่องเปิดต่าง ๆ ของใบ และพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว (Osotsapar, 2015) โดย Chaudhuri and De (1975) รายงานว่า การให้ปุ๋ยทางใบมีประสิทธิภาพดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดินเมื่อเปรียบเทียบในปริมาณปุ๋ยที่ใช้เท่ากัน เนื่องจากการสูญเสียธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยทางใบน้อยกว่าทางดิน ประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้วิธีการให้ปุ๋ยทางใบเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ การสะสมธาตุอาหาร และผลผลิตพืชหลายชนิด เช่น ถั่วเขียวสายพันธุ์ชัยนาท 84-1 และสายพันธุ์ชัยนาท 72 (Sukyankij *et al.*, 2020) เมลอน (Lester *et al.*, 2010) ถั่วปากอ้าและถั่วแขก (Sangakkara *et al.*, 1996) ส้ม (Erner *et al.,* 1993) อ้อยพันธุ์ K95-84 (Traithipchawalit *et al.*, 2018) ข้าวสาลี (Kandoliya *et al.*, 2018) ข้าว (Tran *et al.*, 2012) รวมทั้งการให้ปุ๋ยทางใบสามารถเลือกชนิดและปริมาณของธาตุอาหารที่พืชต้องการได้ โดยการให้ปุ๋ยทางใบมีส่วนช่วยในการเสริมการใช้ปุ๋ยทางดิน การใส่ปุ๋ยธาตุอาหารทางดินร่วมกับการใช้

ปุ๋ยทางใบจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตตามปรกติได้เร็วกว่าการใช้ปุ๋ยทางดินเพียงอย่างเดียว

อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของปุ๋ยที่ฉีดพ่นทางใบมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการติดผลผลิตของพืช ดังงานทดลองของ Ruenroengchai *et al.* (2020) ที่พบว่า การฉีดพ่นปุ๋ยเกร็ดละลายน้ำเกรด 21-21-21 อัตรา 40 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและคุณภาพดอกของกล้วยไม้แวนดามากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าความถี่ในการการฉีดพ่นปุ๋ยมีผลต่อปริมาณไนโตรเจน แต่ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เก็บสะสมภายในใบ อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบในระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไป อาจทำให้เซลล์พืชที่สัมผัสกับปุ๋ยที่มีความเข้มข้นสูงจนเกิดอาการเซลล์ไหม้และตายในที่สุด ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครกับผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนมร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบในระบบไฮโดรพอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการนำน้ำหมักชีวภาพนมมาใช้ในการปลูกพืชในระบบไฮโดรพอนิกส์ทดแทนสายละลายธาตุอาหารได้

2. วิธีการ

2.1 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร

ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครเข้มข้น (Siringam *et al.*, 2014) โดยการชั่งสารเคมีแต่ละชนิดตามปริมาณที่กำหนด ในการทดลองนี้ทำการเตรียมสารละลายเข้มข้นที่มีความเข้มข้น 50 เท่าจากความเข้มข้นปกติ ดังนั้นจึงทำการเตรียมสารละลายเข้มข้น A ประกอบด้วย แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2{\cdot}4H_2O$) จำนวน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (125 กรัม) ส่วนสารละลายเข้มข้น B ประกอบด้วย โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) จำนวน 125 มิลลิกรัมต่อลิตร (31.25 กรัม) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) จำนวน 125 มิลลิกรัมต่อลิตร (31.25 กรัม) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4{\cdot}7H_2O$) จำนวน 125 มิลลิกรัมต่อลิตร (31.25 กรัม) และจุลธาตุรวม จำนวน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (5 กรัม) หลังจากนั้นนำมาละลายด้วยน้ำกลั่นจนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและปรับปริมาตรให้ได้ 5 ลิตร และเก็บไว้ในแกลลอนทึบแสง

หลังจากนั้นนำสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครเข้มข้น A และ B อย่างละ 3 ลิตร ผสมลงในถังพลาสติก ขนาดความจุ 150 ลิตร ที่มีน้ำ ปริมาตร 100 ลิตร ผสมสารละลายอาหารสูตรพระนครเข้มข้น A และ B ให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรสารละลายธาตุอาหารจนครบ 150 ลิตรด้วยน้ำ หลังจากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารละลายธาตุอาหารให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-5.8 และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.80-1.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) โดยการเติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) และกรดไนตริก (HNO_3) โดยทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง

2.2 การเตรียมน้ำหมักชีวภาพนม

นำนมวัว จำนวน 10 ลิตร ผสมกับกากน้ำตาล จำนวน 4 ลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำประปาในถังหมักจนได้ปริมาตร 50 ลิตร หลังจากนั้นเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2 จำนวน 25 กรัม กวนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันและปิดฝาถังหมักให้สนิท และทำการหมักเป็นระยะเวลา 15-20 วัน ในช่วงเวลาที่ทำการหมักจะมีการเปิดฝาถังและกวนน้ำหมักชีวภาพเพื่อระบายความร้อนและช่วยระบายอากาศภายในถังหมัก ทุก 2 วัน เมื่อครบ 30 วัน จึงนำน้ำหมัก

ชีวภาพนมมาเจือจางตามความเข้มข้นที่กำหนดในการทดลอง

2.3 การปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรพอนิกส์

นำเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คเพาะลงในฟองน้ำ ขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 1 เมล็ดต่อช่องปลูก หลังจากนั้นนำฟองน้ำวางลงในกระบะพลาสติกขนาด 30 x 45 เซนติเมตร ที่มีน้ำสูงประมาณ ½ ของฟองน้ำและนำไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส หลังจากเมล็ดเริ่มงอกจนเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าให้นำต้นกล้าไปไว้ในที่ที่มีแสงแดดรำไร เมื่อต้นกล้าผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คมีอายุประมาณ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่มีใบจริง 2-3 ใบ และมีความสูง ประมาณ 5 เซนติเมตร จึงย้ายฟองน้ำที่มีต้นกล้าลงปลูกในระบบ DRFT ที่มีการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหารสูตร พระนคร (สิ่งทดลองควบคุม) ส่วนผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ได้รับการพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบจะปลูกอยู่ในน้ำหมักชีวภาพนมความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 20 เซนติเมตร หลังจากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารละลายธาตุอาหารให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-5.8 และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.80-1.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) ในการทดลองครั้งนี้เปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร (สิ่งทดลองควบคุม) และน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

2.4 การฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ

ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครจะไม่ได้ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม (สิ่งทดลองควบคุม) ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จะได้รับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0.10, 0.20, 0.30 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยน้ำหมักชีวภาพนมที่นำมาฉีดพ่นทางใบจะมีการปรับค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำหมักชีวภาพนมให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-5.8 และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.80-1.00 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร (mS/cm) โดยเริ่มทำการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบเมื่อทำการย้ายต้นกล้าผักกาดหอมลงปลูกในระบบ DRFT เป็นเวลา 3 วัน และพ่นทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

2.5 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่มีอายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ดังนี้

2.5.1 ความสูง (เซนติเมตร) โดยวัดความสูงจากบริเวณโคนต้นที่อยู่เหนือฟองน้ำไปจนถึงบริเวณข้อบนสุดของต้น

2.5.2 จำนวนใบ (ใบ) นับใบที่มีการขยายของแผ่นใบอย่างสมบูรณ์และไม่มีบาดแผลจากการรบกวนของโรคและแมลงศัตรูพืช

2.5.3 ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยวัดความกว้างทรงพุ่มจากบริเวณใบด้านที่กว้างที่สุดฝั่งหนึ่งไปยังใบด้านกว้างที่สุดอีกฝั่งหนึ่งของต้น

2.5.4 น้ำหนักสดส่วนต้น (กรัม) โดยนำส่วนต้นไปชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model 500, Germany) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

2.5.5 น้ำหนักแห้งส่วนต้น (กรัม) โดยนำส่วนต้นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ภายในตู้อบลมร้อน (Memmert, Model 500, Germany) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จนน้ำหนักแห้งคงที่มาชั่งน้ำหนักแห้ง

2.5.6 มวลชีวภาพแห้งส่วนต้น (เปอร์เซ็นต์) สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Lutts *et al.* (1995) ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพแห้ง (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ นำข้อมูลการเจริญเติบโตมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Tukey's ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการวิจัย พบว่า ความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครที่ไม่ได้ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ (สิ่งทดลองควบคุม) และผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1 - Table 2) โดยสิ่งทดลองควบคุมมีความสูงจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด เท่ากับ 20.26±0.05 เซนติเมตร, 22.78±0.04 ใบ, 13.20±0.02 เซนติเมตร, 24.37±0.61 กรัม, 1.11±0.02 กรัม และ 5.60±0.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1 - Table 2)

ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1 - Table 2)

Table 1 Height (cm), leaf number (leaves) and plant canopy (cm) of red oak lettuce at 28 days after grown in hydroponics system using Phranakhon nutrient solution or milk bio-extract at 0.60% (v/v) combination with foliar application at various concentrations

Treatments	Height (cm)	Leaf number (leaves)	Plant canopy (cm)
No foliar application (control)	20.26±0.05 a	22.78±0.04 a	13.20±0.02 a
Milk bio-extract at 0.10% (v/v)	14.29±0.04 d	17.86±0.09 d	7.95±0.02 e
Milk bio-extract at 0.20% (v/v)	15.72±0.02 c[1/]	18.44±0.07 c	8.71±0.01 c
Milk bio-extract at 0.30% (v/v)	15.84±0.02 b	19.96±0.12 b	9.29±0.06 b
Milk bio-extract at 0.40% (v/v)	15.69±0.03 c	18.06±0.10 d	8.34±0.02 d
ANOVA	*	*	*

* Statistically significant difference at $p \leq 0.05$

[1/]Means ± S.E. within column with the same letters are not significantly different at $p \leq 0.05$ by Tukey's ANOVA, Analysis of variance

Table 2 Shoot fresh weight (g), dry weight (g) and dry matter (%) of red oak lettuce at 28 days after grown in hydroponics system using Phranakhon nutrient solution or milk bio-extract at 0.60% (v/v) combination with milk bio-extract foliar application at various concentrations

Treatments	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Shoot dry matter (%)
No foliar application (control)	24.37±0.61 a	1.11±0.02 a	5.60±0.13 a
Milk bio-extract at 0.10% (v/v)	6.56±0.01 d	0.34±0.01 d	4.57±0.02 c
Milk bio-extract at 0.20% (v/v)	7.64±0.05 c[1/]	0.42±0.02 c	5.20±0.02 b
Milk bio-extract at 0.30% (v/v)	9.61±0.17 b	0.48±0.01 b	5.48±0.17 ab
Milk bio-extract at 0.40% (v/v)	7.41±0.02 c	0.39±0.01 c	4.78±0.08 c
ANOVA	*	*	*

* Statistically significant difference at $p \leq 0.05$

[1/]Means ± S.E. within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ by Tukey's ANOVA, Analysis of variance

โดยผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด เท่ากับ 15.84±0.02 เซนติเมตร, 19.96±0.12 ใบ, 9.29±0.06 เซนติเมตร, 9.61±0.17 กรัม, 0.48±0.01 กรัม และ 5.48±0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบที่ความเข้มข้นอื่น ๆ (Table 1 - Table 2) ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ ความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 14.29±0.04 เซนติเมตร, 17.86±0.09 ใบ, 7.95±0.02 เซนติเมตร, 6.56±0.01 กรัม, 0.34±0.01 กรัม และ 4.57±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1 - Table 2)

จากการศึกษาพบว่า ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครที่ไม่ได้ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ (สิ่งทดลองควบคุม) มีความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (Table 1 - Table 2) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครที่ไม่ได้ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ (สิ่งทดลองควบคุม) ได้รับปริมาณมหธาตุและจุลธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในพืชที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผักกาดหอมอย่างเหมาะสม (Chenard *et al.*, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Siringam *et al.* (2019) ที่รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร พระนครมีจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก มวลชีวภาพแห้งราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และมวลชีวภาพแห้งต้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ในขณะที่ Chanwichit (2019) รายงานว่า ปวยเล้งที่ได้รับสารละลายมาตรฐานสำหรับการปลูกผักไฮโดรพอนิกส์มีอัตราการรอดชีวิต ความสูงต้น น้ำหนักสด และการสะสมปริมาณธาตุอาหารที่สะสมภายใน ปวยเล้งมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปวยเล้งที่ได้รับปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดิน ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 และน้ำหมักชีวภาพ อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 และน้ำหมักชีวภาพ อัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 และน้ำหมักชีวภาพ อัตราส่วน 1:5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ถึงแม้ว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความสูงจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นน้อยกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าดังกล่าวมากกว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.10, 0.20 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Table 1 - Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารภายในใบของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและกระบวนการพัฒนาของพืช ดังรายงานของ Nilawonk (2020) ที่พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้าเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพในระดับที่เหมาะสม เช่นเดียวกันกับ Lesing and Aungoolprasert (2016) ที่พบว่า ปริมาณรงควัตถุที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของคะน้าเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนในระดับสูง

อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีแนวโน้มลดลง (Table 1 - Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบ ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารบางชนิดอาจเกิดภาวะปฏิปักษ์ต่อกันส่งผลทำให้ธาตุอาหารจากน้ำหมักชีวภาพนมไม่มีผลต่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊ค ซึ่งให้ผลในทางตรงกันข้ามกับงานทดลองของ Sangakkara *et al.* (1996) พบว่า ถั่วปากอ้าและถั่วแขกที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก 0.10 มิลลิโมลาร์ เป็น 0.80 และ 3.00 มิลลิโมลาร์ มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อถั่วปากอ้า เพิ่มขึ้น 43.5 และ

53.7 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อเยื่อถั่วแขก เพิ่มขึ้น 37.3 และ 53.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลอง จึงควรมีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร คุณค่าทางโภชนาการ และความปลอดภัยทางชีวภาพของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์และได้รับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพนมมาในการผลิตผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหารต่อไป

4. สรุป

ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร (สิ่งทดลองควบคุม) มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดส่วนต้น น้ำหนักแห้งส่วนต้น และมวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนม ความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คได้ ดังนั้นน้ำหมักชีวภาพนมสามารถนำมาประยุกต์ใช้มาในการผลิตผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพนมทางใบทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหารได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. References

Chanwichit, P., 2019, The effects of bio-extract and chemical fertilizer on growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under a hydroponic growing system, Naresuan Phayao J. 12(3): 51-54. (in Thai)

Chaudhuri, B.B. and De, R., 1975, Effect of soil and foliar application of N and P on yield of tomato, J. Soil Sci. Plant Nutr. 27: 57-62.

Chenard, C.H., Kopsell, D.A. and Kopsell, D.E., 2005, Nitrogen concentration affects nutrient and carotenoid accumulation in parsley, J. Plant Nutr. 28: 285-297.

Davies, F.S. and Albrigo, L.G., 1994, Citrus, CAB International, Wallingford, UK. 254 p. Deeshumsang, N., 2018.

Effect of fermented bio-extraction growth, yield and quality of melon (*Cucumis melo* L.), Sukhothai Thammathirat Open University, Agriculture in Agricultural Resources Management, School of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

El-otmani, M., Ait-oubahou, A., El-hassainate, F. and Kaanane, A., 2004, Effect of gibberellic acid, urea and KNO_3 on yield and on composition and nutritional quality of Clementine Mandarin fruit juice, Acta Hortic. 632: 149-157.

Erner, Y., Kaplan, Y., Artzi, B. and Hamou, M., 1993, Increasing citrus fruit size using auxins and potassium, Acta Hortic. 329: 112-119.

Funk, V.A., Bayer, R.J., Keeley, S., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E.,

Panero, J.L., Baldwin, B.G., Garcia-Jacas, N., Susanna, A. and Jansen, R.K., 2005, Everywhere but Antaractica: using a super tree to understand the diversity and distribution of the compositae, Biol. Skr. 55: 343-374.

Kanarat, A. , Tungkananuruk, K. , Tangkoonboribun, R. and Piriyaphattarakit, A., 2019, Effects of bioextract from waste of fish meal factory on growth and marketable yield of head lettuce and marigold, TJST 8(1): 43-53. (in Thai)

Kamla, N., Limpinuntana, V., Ruaysoongnern, S., and Bell, R.W., 2007, Role of microorganisms, soluble N and C compound in fermented bio-extract on microbial biomass C, N and cowpea growth, Khon Kaen Agr. J. 35: 477-486.

Kandoliya, R. U. , Sakarvadiya, H. L. and Kunjadia, B.B., 2018, Effect of zinc and iron application on leaf chlorophyll, carotenoid, grain yield and quality of wheat in calcareous soil of Saurashtra region, Int. j. chem. Stud. 6: 2092-2096.

Lenz, F., 2000, Effects of fruit load on the nutrient uptake and distribution in citrus trees, Acta Hortic. 531: 115-120.

Lesing, S. and Aungoolprasert, O. , 2016, Efficacy of high quality organic fertilizer on growth and yield of chinese kale, JST 24(2): 320-332. (in Thai)

Lester, G.E., Jifon, J.L. and Makus, D.J., 2010, Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study, Plant Soil 335: 117-131.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J., 1995, Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance, J. Exp. Bot. 46: 1843-1852.

Nilawonk, W. , 2020, Influence of organic fertilizers and bio-extracts on the change of some soil properties and vegetable yields, Khon Kaen Agr. J. 48(3): 639-650. (in Thai)

Osotsapar, Y., 2015, Plant Nutrition, Kasetsart University Press, Bangkok. 548 p. (in Thai)

Ruenroengchai, T. , Inkham, C. and Ruamrungsri, S., 2020, Effects of rate and frequency of foliar fertilizer application on growth and development of *Vanda* orchid 'Pat Delight', J. Agriculture 36(1): 93-101. (in Thai)

Sangakkara, R., Hartwig, U.A. and Nosberger, J., 1996, Growth and symbiotic nitrogen fixation of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* as affected by fertilizer potassium and temperature, J. Sci. Food Agric. 70: 315-320.

Siri-in, J., Thiraworawong, T. and Boonme, N., 2021, Effects of bio-extract on growth and quality of baby red cos lettuce (*Lactuca sativa L.*) cultivated in hydroponics system, Khon Kaen Agr. J. 49(2): 304-311. (in Thai)

Siringam, T., Boonmee, N. and Pongprayoon, W., 2019, Influence of nutrient solution and liquid vermicomposts ratio on growth of lettuce var. green oak (*Lactuca sativa* L.) cultivated in hydroponics system, TJST 8(1): 77-84. (in Thai)

Siringam, K., Theerawipa, K. and Hlaihakhot, N., 2014, Effect of nutrient solution on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated under hydroponic system, TSTJ 22(6): 828-836.

Sukyankij, S., Sawatdikarn, S., Sae-Ung, P., Jewprasert, S. and Panich-Pat, T., 2020, Effects ofzinc foliar fertilizer on quantity and quality yield of mungbean cv. Chainat 84-1 and Chainat 72, Khon Kaen Agr. J. 48(2): 345-356. (in Thai)

Traithipchawalit, P., Anusontpornperm, S., Kheoruenromne, I. and Thanachit, S., 2018, Growth and yield response of virgin cane, K95-84 variety, to potassium chloride and potassium thiosulfate, Khon Kaen Agr. J. 46(5): 991-1000. (in Thai)

Tran, T.S, Le, X.A., Yoav, R. and Harmen, T.H., 2012, Foliar potassium nitrate application for paddy rice, Better Crops 96(1): 29-31.

Van Quy, N., Sinsiri, W., Chitchamnong, S., Boontiang, K. and Kaewduangta, W., 2018, Effects of electrical conductivity (EC) of the nutrient solution on growth, yield and quality of lettuce under vertical hydroponic systems, Khon Kaen Agr. J. 46(3): 613-622.

Vijay, V., Dalal, R.P.S., Beniwal, B.S. and Saini, H., 2017, Effect of foliar application of potassium and its spray schedule on yield and yield parameters of sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck) cv. Jaffa, JANS 9(2): 786-790.

Wongsrisakulkaew, Y., 2017, Effect of bio-extracts on growth and quality of lettuces. Int. J. GEOMATE 13(40): 155-159.