ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาและผักที่มีต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊กที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

Effect of Bio-Extract from Fish and Vegetable Residues on Growth and Some Physiological Characteristics of Green Oak (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) in Hydroponic Culture

สุภาพร ราชา และ ศิรศาธิญากร จันทร์ขศิราพร*

Supaporn Racha and Sirasatiyakorn Junkasiraporn*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Biology Department, Faculty of Science, Burapha University

Received : 11 June 2017

Accepted : 6 July 2017

Published online : 25 July 2017

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา เศษผัก และสูตรผสมที่เติมร่วมกับสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโต และลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกอยู่ในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อปริมาตรของสารละลายธาตุอาหารแบบครึ่งสูตร (half strength) คือ 1: 500 และ 1: 1000 ศึกษาการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งรวม รวมถึงการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ เบต้าแคโรทีน และปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบ บันทึกผลการทดลองทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมในอัตราส่วน 1: 1000 มีผลทำให้การเจริญเติบโตคือความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งรวม และลักษณะทางสรีรวิทยาคือปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ ปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณเบต้าแคโรทีน และปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบมีค่ามากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรปกติ (full strength) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมที่เติมร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร half strength ในอัตราส่วน 1:1000 มีผลไปส่งเสริมการเจริญเติบโต ปริมาณสารสีและปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้สามารถไปแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรผู้ปลูกผักลดการใช้สารเคมี และลดต้นทุนในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้อีกแนวทางหนึ่ง

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค

*Corresponding author. E-mail : siripan@buu.ac.th

ABSTRACT

This research was designed to compare the effects of bio-extract from fish and vegetable residues, and the mixture bio-extract from fish and vegetable residues on growth and physiological characteristics in green oak (*Lactuca sativa*var. *crispa* L.) that grown in hydroponics culture. In this experiment, the ratio of the bio-extract per nutrient solution was investigated (half strength) from 2 different levels, i.e. 1:500 and 1:1000. The growth responses were monitored by measuring height-above-ground, total leaf area and total dry weight. The physiology responses were monitored by measuring total chlorophyll, carotenoids, beta-carotene and ascorbic acid content. The results were collected in every 7 day for 42 days after bio-extract treatment. Results of this study revealed that green oak grown in the mixture of bio-extract from fish and vegetable at the ratio of 1:1000 had the tendency of producing height, total leaf area and total dry weight. Moreover, the mixture of bioextract from fish and vegetable at the ratio of 1:1000 had the tendency of producing total chlorophyll, carotenoids, beta-carotene and ascorbic acid content and there was difference when compared with the green oak that grown in positive control (full strength). Based on the results, it was found that mixed bioactive compost with a 1: 1000 ratio of half strength could promote growth, total chlorophyll and ascorbic acid content of green oak. The information obtained from this experiment can be introduced and promote farmers to reduce chemicals and the cost of growing hydroponics as well.

Keywords: bio-extract, hydroponic culture, green oak

บทนำ

ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.)เป็นผักในตระกูลผักสลัดที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะไฟเบอร์ แคลเซียม วิตามินซี วิตามินเอ และยังอุดมไปด้วยรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ รวมถึงสารอาหารอื่น ๆ ที่มีคุณค่าต่อผู้บริโภค (Llorach *et al*., 2008) และได้รับสมญานามว่าเป็น The king of salad plant (George Matelian Foundation, 2006) ซึ่งการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คส่วนใหญ่จะปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เพื่อให้ได้ผักที่สด สะอาด และสามารถเพิ่มผลผลิตได้ตลอดทั้งปี (Saengartid, 2014) โดยการปลูกด้วยระบบไฮโดรนิกส์เป็นการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก คือการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารโดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง (Tongaram, 2007) แต่การปลูกพืชแบบนี้อาจมีการใช้สารเคมีหรือปุ๋ยเคมีในการปลูกเป็นปริมาณมาก โดยพืชจะเจริญเติบโตอยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากสารเคมีหลายชนิด อาจทำให้ผู้บริโภคมีความวิตกกังวลในเรื่องสารเคมีตกค้างได้ (Phusermpoom, 2009) จึงมีการคิดค้นนำปุ๋ยที่ได้จากธรรมชาติ เช่น น้ำหมักชีวภาพมาใช้ร่วมกับสารละลายสังเคราะห์หรือสารเคมี เพื่อเป็นการลดการใช้ปริมาณสารละลายสังเคราะห์ในการปลูกพืชให้น้อยลง (Wankri, 2012) และการศึกษาของ Thanawat (2015) พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากผัก ปลาและสมุนไพรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารเหลือทิ้ง มีผลทำให้โหระพาสีม่วงมีการเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างจากพืชที่ได้รับสารละลายสูตรปกติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่จะนำมาใช้ประกอบไปด้วย ธาตุอาหารพืช เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ สารเร่งการเจริญเติบโตของพืช สารป้องกันแมลง แร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Tancho, 2013) แร่ธาตุต่าง ๆ ที่พบในน้ำหมักชีวภาพ เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุหลักที่

เป็นส่วนประกอบของสารหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ (Chanmag *et al*., 2009) ซึ่งคลอโรฟิลล์เป็นสารสีหลักในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในใบพืชที่มีคลอโรฟิลล์มากก็จะช่วยให้พืชรับพลังงานแสงและสร้างอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Department of Agriculture, 2004) ส่วนธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทเกี่ยวกับเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และการสร้างกรดแอสคอร์บิก (Ananthi *et al*., 2004) ซึ่งกรดแอสคอร์บิกมีหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและช่วยกำจัดออกซิเจนอิสระที่เป็นอันตรายกับพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตได้มากขึ้น (Toth *et al*., 2013)

จากคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพดังที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตเองจากเศษปลาและเศษผัก ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากบ้านเรือน ตลาด และชาวประมง รวมถึงเป็นการกำจัดเศษพืช เศษสัตว์เหล่านี้ที่เหลือใช้จากการเกษตรให้มีคุณค่ามากขึ้น และจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยจะเห็นว่ามีงานวิจัยจำนวนไม่มากนักที่นำเอาน้ำหมักชีวภาพมาใช้ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารในการปลูกพืชภายใต้ระบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้นำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นเองมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดร่วมกับสารละลายธาตุอาหารในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาที่สำคัญของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่เจริญเติบโตอยู่ในระบบไฮโดรโปนิกส์ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับแนวทางการผลิตพืชแบบปลอดสารพิษที่มีการผนวกเอาเกษตรอินทรีย์เข้ามาร่วมด้วย อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีและลดต้นทุนในการปลูกพืชในระบบนี้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1.) ผลิตน้ำหมักชีวภาพ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา และน้ำหมักชีวภาพจากเศษผัก ตามกรรมวิธีของ Tancho (2013) และเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland's solution ตามวิธีการของ Angkinand & Chadchawan (2000)

2.) เพาะเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คในฟองน้ำโดยปลูกในน้ำเปล่าจนครบ 14 วัน และนำไปปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (Nutrient Film Technique) แบบกล่องโฟมจำนวน 21 กล่อง แต่ละกล่องจะมีช่องปลูกจำนวน 18 ช่องภายในกล่องใส่สารละลายธาตุอาหาร Hoagland's solution (สูตร full strength) และติดตั้งเครื่องปั้มเพื่อให้สารละลายธาตุอาหารไหลเวียนภายในกล่อง จนผักกาดหอมมีอายุได้ 21 วัน และทำการย้ายปลูกลงในแต่ละชุดการทดลองที่ได้เตรียมไว้

3.) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 7 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น โดยแบ่งชุดการทดลองดังนี้

ชุดที่ 1: ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรปกติ (Hoagland's solution ; full strength)

ชุดที่ 2: ปลูกในน้ำหมักชีวภาพจากเศษผัก: สารละลายธาตุอาหาร (half strength)ในอัตราส่วน 1: 500

ชุดที่ 3: ปลูกในน้ำหมักชีวภาพจากเศษผัก: สารละลายธาตุอาหาร (half strength)ในอัตราส่วน 1: 1000

ชุดที่ 4: ปลูกในน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา: สารละลายธาตุอาหาร (half strength)ในอัตราส่วน 1: 500

ชุดที่ 5: ปลูกในน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา: สารละลายธาตุอาหาร (half strength)ในอัตราส่วน 1: 1000

ชุดที่ 6: ปลูกในน้ำหมักชีวภาพผสม (น้ำหมักชีวภาพเศษปลา+น้ำหมักชีวภาพเศษผัก): สารละลายธาตุอาหาร (half strength)ในอัตราส่วน 1: 500

ชุดที่ 7: ปลูกในน้ำหมักชีวภาพผสม (น้ำหมักชีวภาพเศษปลา+น้ำหมักชีวภาพเศษผัก): สารละลายธาตุอาหาร (half strength) ในอัตราส่วน 1: 1000

4.) เติมสารละลายธาตุอาหารตามชุดการทดลองข้างต้นในกล่องโฟมจำนวน 1,500 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 5.5 – 6.5 และค่า EC ให้อยู่ในช่วง 1.0 – 1.8 mS/cm ซึ่งเป็นค่าของสารละลายที่เหมาะสมกับการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค (Sirinupong, 2013).

5.) เก็บผลการทดลองทุก 7 วัน คือที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน ซึ่งให้น้ำหมักชีวภาพตามความเข้มข้นที่กำหนดไว้ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละชุดการทดลองละ 6 ต้น และเก็บผลการทดลองที่เวลา 9.00 - 11.00 น.

6.) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้นวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายยอด พื้นที่ใบรวมของต้นโดยใช้โปรแกรม Image J Version 1.47 น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น โดยนำต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด

7.) วิเคราะห์ปริมาณสารสีในการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบ โดยนำใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค 0.5 กรัมสกัดด้วย Acetone 80% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปิดหลอดทดลองด้วยพาราฟิล์ม วางไว้ในที่มืด 24 ชั่วโมงนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663.2, 646.8 และ 470 นาโนเมตรและคำนวณหาปริมาณสารสีจากสมการของ Lichtenthaler (1987)และวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีน โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Volker *et al.* (2002) โดยนำใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค 1.5 กรัมสกัดด้วย Hexane: Ethanol: Acetoneปริมาตร 1.5: 0.75: 0.75 มิลลิลิตร แล้วดูดสารส่วนที่อยู่บนสุด ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ใน Vial ที่มี Hexane 0.9 มิลลิลิตรอยู่ นำมาวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 449 นาโนเมตรจากนั้นนำค่าได้ที่ไปเทียบกับค่า β-carotene standard

8.) วิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบ โดยชั่งใบผักกาดหอมบดละเอียดจำนวน 1 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ที่ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมสารละลายผสม 0.07 M oxalic acid ในสารละลาย 0.02 mM EDTA 50 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่อัตราเร็ว 200 รอบต่อนาที 30 นาที นำมากรองแล้วปรับปริมาตรด้วย สารละลายผสม 0.07 M oxalic acid ในสารละลาย 0.02 mM EDTA ให้ได้ 50 มิลลิลิตร เก็บสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิกด้วยเทคนิค Molybdenum blue method ตามวิธีการของ Chanwitheesuk (2004) และนำค่าที่ได้มาหาปริมาณกรดแอสคอร์บิก โดยนำมาเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิกที่สร้างตามวิธีการของ Muednon (2008)

9.)วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error) สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (coefficient of variation) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Turkey's Multiple Comparision Test ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% ด้วยโปรแกรม Minitab version 17

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การเจริญเติบโต

จากการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรต่าง ๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 42 วัน ได้แก่ ความสูงของลำต้น พื้นที่ใบรวม และน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 1) โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรผสม 1: 1000 (T7) มีการเจริญเติบโตมากที่สุด และมีความสูงของลำต้นเท่ากับ 21.83 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากน้ำหมักชีวภาพสูตรเศษปลา 1:1000 (T5) และสูตรเศษผัก 1: 1000 (T3) โดยมีความสูงของลำต้นเท่ากับ 20.33 และ 18.93 เซนติเมตร เช่นเดียวกับพื้นที่ใบรวม ซึ่งพบว่าน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 ทำให้ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีพื้นที่ใบรวมต่อต้นมากที่สุด

เท่ากับ1763.16 ตารางเซนติเมตรแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากน้ำหมักชีวภาพสูตร T5 และ T6 ซึ่งมีพื้นที่ใบรวมต่อต้นเท่ากับ 1736.12 และ 1697.81 ตารางเซนติเมตรและน้ำหนักแห้งรวม พบว่าน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 ส่งผลทำให้ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.9556 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากน้ำหมักชีวภาพสูตร T5 และ T6ซึ่งมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 7.8051 และ 7.5799 กรัม

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรผสม ในอัตราส่วน 1: 1000 ส่งผลทำให้ความสูงของลำต้น พื้นที่ใบรวมต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุด (ตารางที่ 1) เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมเกิดจากน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาและเศษผักจึงทำให้มีปริมาณสารอาหารหลักเพิ่มมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ Kwanchai (2013) ได้ศึกษาคุณภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลา: เศษผักผลไม้ ที่อัตราส่วนเท่ากัน พบว่ามีปริมาณสารอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากกว่าค่ามาตรฐานจึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Farag *et al.*(2013) พบว่าการให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้การเจริญเติบโต เช่น ความสูงของผักสลัดพันธุ์ Iceberg และ Romaine มีค่าเพิ่มขึ้นและสอดคล้องกับ Thanawat (2015) พบว่าโหระพาสีม่วงที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพจากปลาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารเหลือทิ้งในอัตราส่วน 1: 1000 มีผลให้มีน้ำหนักแห้งของลำต้น น้ำหนักแห้งของราก อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ และน้ำหนักใบจำเพาะมีค่ามากที่สุด และ Chanmag *et al*. (2009) พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากปลามีธาตุอาหารหลักสูง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างใบ น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกแบบไร้ดินสูงสุด

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของความสูงของลำต้น (เซนติเมตร), พื้นที่ใบรวม (ตารางเซนติเมตร), และน้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรต่าง ๆ ที่ระยะเวลา 42 วัน

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย		
	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)	พื้นที่ใบรวม (ตารางเซนติเมตร)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
T1: ชุดควบคุม	15.50^{AB}	1233.55^{A}	5.4776^{B}
T2: สูตรเศษผัก:สารละลาย,1: 500	12.50^{A}	1126.32^{A}	3.8598^{A}
T3: สูตรเศษผัก:สารละลาย, 1: 1000	18.93^{BCD}	1210.68^{A}	5.9083^{B}
T4: สูตรเศษปลา:สารละลาย, 1: 500	16.50^{BC}	1340.21^{A}	5.6229^{B}
T5: สูตรเศษปลา:สารละลาย, 1: 1000	20.33^{CD}	1736.12^{B}	7.8051^{C}
T6: สูตรผสม:สารละลาย, 1: 500	18.00^{BCD}	1697.81^{B}	7.5799^{C}
T7: สูตรผสม:สารละลาย, 1: 1000	21.83^{D}	1763.16^{B}	7.9556^{C}
F-test	*	*	*
C.V. (%)	17.74	19.22	24.13

* Means with different letters indicate significant difference ($P \leq 0.05$)

ปริมาณสารสีและกรดแอสคอร์บิกในใบ

ปริมาณสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรต่าง ๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 42 วัน พบว่าปริมาณสารสีภายในใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณเบต้าแคโรทีน และปริมาณกรด

แอสคอร์บิก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 2)โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ แคโรทีนอยด์ เบต้าแคโรทีน และกรดแอสคอร์บิกในใบมากที่สุด (ตารางที่ 2) โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเท่ากับ 0.471 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพสูตร T5 และ T3 ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเท่ากับ 0.461 และ 0.452 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสดเช่นเดียวกับปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบที่พบว่าน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 ส่งผลให้มีปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบมากที่สุด 0.120 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสดและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพสูตร T5 และ T3 ซึ่งมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบเท่ากับ 0.118และ 0.116 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสดส่วนปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบ พบว่าน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 ส่งผลให้มีปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบมากที่สุดคือ 1.742 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพสูตร T1 และ T6 ซึ่งมีปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบเท่ากับ 1.706 และ 1.703 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดสำหรับปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบ จะเห็นได้ว่าน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบสูงที่สุดคือ 20.176 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากน้ำหมักชีวภาพสูตร T5 และ T1 ซึ่งมีปริมาณกรดแอสคอร์บิคในใบเท่ากันคือ18.158 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดจากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรผสม 1: 1000 (T7) มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม แคโรทีนอยด์ เบต้าแคโรทีน และกรดแอสคอร์บิกในใบมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณสารสีและกรดแอสคอร์บิกภายในพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพ โดยในน้ำหมักชีวภาพสูตรผสม (ผักบุ้ง กวางตุ้ง ฟักทอง แฟงกล้วย สับปะรด มะละกอ ปลา หอย ไข่ มูลไก่ มูลหมู หางไหลสด หางไหลแห้ง และไคร้หอม) มีปริมาณของธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม และมีธาตุอาหารรองเช่น แมกนีเซียมค่อนข้างมาก ซึ่งธาตุเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ (Tancho, 2013) จากงานวิจัยของ Lesing & Aungoolprasert (2016) พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่มีระดับไนโตรเจนสูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นคะน้าเพิ่มขึ้น และ Pinto *et al.* (2014) รายงานว่าการลดระดับของแมกนีเซียมส่งผลทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์ภายผักกาดหอมลดลงด้วย รวมไปถึงปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนที่มากขึ้นอาจเป็นเพราะปริมาณธาตุอาหารที่พบมากในน้ำหมักชีวภาพสูตร T7 เช่นกันซึ่งสอดคล้องกับ Chenard *et al*. (2005) ที่ศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ในผักชีฝรั่งโดยใช้ธาตุไนโตรเจนระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าเมื่อระดับไนโตรเจนสูงขึ้นปริมาณแคโรทีนอยด์ก็มีมากขึ้น และจากรายงานของ Sedghi *et al*. (2011) ที่ศึกษาการตอบสนองของการดูดซับแสงและการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ต่อธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดาวเรือง พบว่าเมื่อใช้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในปริมาณที่มาก มีผลทำให้เบต้าแคโรทีนในกลีบดอกดาวเรืองมีปริมาณมากที่สุด ส่วนในด้านปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบที่มากขึ้น เป็นเพราะในน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมมีธาตุโพแทสเซียมสูง โดยงานวิจัยของ Lester *et. al*. (2005) พบว่าการเสริมโพแทสเซียมในใบของ Muskmelon (*Cucumis melo* L.(Reticulatus Group))ทุกสัปดาห์ส่งผลทำให้มี ปริมาณแอสคอร์บิก และเบต้าแคโรทีน สูงขึ้นและงานวิจัยของ Iqbal *et. al*. (2017) พบว่าการปลูกพริกหยวกในดินโดยรดด้วยน้ำเสียที่มีการเพิ่มระดับความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมมีผลทำให้กรดแอสคอร์บิกมีปริมาณเพิ่มขึ้น รวมถึงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและคลอโรฟิลล์รวมในใบเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่พบมากในน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมจึงเป็นผลทำให้ปริมาณสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและปริมาณกรดแอสคอร์บิกเพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสด) แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสด) เบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด) และกรดแอสคอร์บิคในใบ (มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด) ของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรต่าง ๆ ที่ระยะเวลา 42 วัน

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย			
	คลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสด)	แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักสด)	เบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด)	แอสคอร์บิค (มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด)
T1: ชุดควบคุม	0.398	0.106	1.706^{B}	18.158^{A}
T2: สูตรเศษผัก:สารละลาย,1: 500	0.374	0.101	1.516^{A}	17.105^{A}
T3: สูตรเศษผัก:สารละลาย, 1: 1000	0.452	0.116	1.660^{B}	17.456^{A}
T4: สูตรเศษปลา:สารละลาย, 1: 500	0.384	0.103	1.643^{B}	17.544^{A}
T5: สูตรเศษปลา:สารละลาย, 1: 1000	0.461	0.118	1.698^{B}	18.158^{A}
T6: สูตรผสม:สารละลาย, 1: 500	0.442	0.112	1.703^{B}	18.070^{A}
T7: สูตรผสม:สารละลาย, 1: 1000	0.471	0.120	1.742^{B}	20.176^{B}
F-test	ns	ns	*	*
C.V. (%)	9.66	6.84	4.44	5.54

* Means with different letters indicate significant difference ($P \leq 0.05$)

ns = non-significant different

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า น้ำหมักชีวภาพสูตรผสม : สารละลายธาตุอาหาร half strengthในอัตราส่วน 1: 1000 มีผลทำให้ความสูงของลำต้น พื้นที่ใบรวม น้ำหนักแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในใบ ปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบ และปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบของผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีค่ามากที่สุด ซึ่งในน้ำหมักชีวภาพมีธาตุอาหารที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร half strength ที่มีการลดปริมาณสารเคมีลง มีผลทำให้พืชเจริญเติบโตได้เทียบเท่าหรือดีกว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรปกติ และเป็นไปได้ที่จะมีการนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ในการปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิดภายใต้ระบบไฮโดรโปนิกส์ได้ และนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคต อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมี และลดต้นทุนในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ปี 2556-2558 ในการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ananthi, S., Veeraragavathatham, D. & Srinivasan, K. (2004). Influence of sources and levels of potassium on quality attributes of chilli (*Capsicum annuum L.)*. *South Indian Hortculture*, *52* (1-6), 152-157.

Angkinand, N. & Chadchawan, S. (2000). *Practical teaching materials on plant physiology*. Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University. (in Thai)

Chanmag, W., Phasuk, S. & Gerdthum, C. (2009). A Study of efficiency of an bio-extract from fish upon growth of *Brassica chinensis var.chinensis* by hydropoie methods. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkron Rajabhat University, 3*(1), 85-94. (in Thai)

Chanwitheesuk, A. (2004). Screening and Identification of Antioxidants from Local Vegetables and Thai Herbs. Master of Science, Program in Biotechnology, Faculty of Science, Chiang Mai University. (in Thai)

Chenard, C.H., Kopsell, D.A. & Kopsell, D.E. (2005).Nitrogen concentration affects nutrientand carotenoid accumulation in parsley. *Journal Plant Nutrition*, *28*, 285-297.

Department of Agriculture. (2004). *Basic Scientific Data of Bio-extract Solutions: Part 1*. Bangkok. 51. Quick Printed Offset. (in Thai)

Farag, A.A.A., Abdrabbo, M.A.A. & Abd-Elmoniem, E.M. (2013) Using different nitrogen and compost levels on lettuce grown in coconut fiber. *Journal of Horticulture and Forestry*, *5*(2), 21-28.

George Matelian Foundation. (2006).*The World's healthiest foods*. Retrieved August 10,2016, from http://www.whfoods.com/index.html.

Iqbal, S., Inam, A., Inam, A., Ashfaque, F. & Sahay, S. (2017). Potassium and waste water interaction in the regulation of photosynthetic capacity, ascorbic acid and capsaicin in chilli (*Capsicum annuum* L.) plant. *Agricultural Water Mangement*, *184*, 201-210.

Kwanchai, N. (2013). Comparison of the quality of liquid biofertilizer produced by different ratio of material components and different production processes. Master of Science, Program in Environmental Scinece , Faculty of Science, Silpakorn University. (in Thai)

Lesing, S. & Aungoolprasert, O. (2016). Efficacy of high quality organic fertilizer on growth and yield of Chinese kale. *Journal of Science and Technology*, *24*(2), 320-332. (in Thai)

Lester, G.E., Jifon, J.L. & Rogers, G. (2005). Supplemental Foliar Potassium Applications during Muskmelon Fruit Development Can Improve Fruit Ouality, Ascorbic Acid, and Beta-carotene Contents. *Journal of the American Society for Horticultural Science, 130*(4), 649-653.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosysthetic biomenbranes.*Methods Enzymol*ogy, *148*, 350-382.

Llorach, R., Martinez - Sanchez, A.,Tomas - Barberan, F.A., Gil, M.I. & Ferreres, F. (2008).Characterisation of polyphenols and antioxidantproperties of five lettuce varieties and escarole. *Food chemistry*. *108*(3), 1028 - 1038.

Muednon, N. (2008). Determination of vitamin C in some vegetables from organic and conventional farming systems. Master of Science, Program in Chemistry for Teacher, Faculty of Science, Khon Kaen University. (in Thai)

Phusermpoom, J. (2009). *Leaf Vegetable*. Bangkok: Kasetsiambook. (in Thai)

Pinto, E., Almeida, A.A., Aguiar, A.A.R.M. & Ferreira, I.M.P.L.V.O. (2014).Changes in macrominerals, trace elements and pigment content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: Influence of soil composition. *Food Chemistry*, *152*, 603-611.

Sedghi, M., Pirzad, A. & Amanpour-balaneji, B. (2011).Light absorption and carotenoid synthesis of pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) in response to phosphorous and potassium varying levels. *Notulae Scientia Biologicae*, *3*(1), 46-50.

Sirinupong, M. (2013). *Practical for soilless culture in Thailand*, Nonthaburi: saimcolorprint. (in Thai)

Tancho, A. (2013). *Natural Agriculture Applied Concepts in Thailand in 2013*. Bangkok: National Science and Technology Development Agency. (in Thai)

Thanawat K. (2015). Effects of bio-extract from vegetables, fishs and herbs on growth and some physiological characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in hydroponics. Master of Science, Program in Biology for Teacher, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi. (in Thai)

Tongaram, D. (2007). *Practical for soilless culture Principles of production management and Production technology Business in Thailand*, Bangkok: pimdeekarnpim. (in Thai)

Toth, SZ., Schansker, G. & Garab G. (2013). The physiological roles and metabolism of ascorbate in chloroplasts. *PhysiolPlantarum*, *148*, 161-175

Volker, B., Puspitasari-Nienaber, N.L., Ferruzzi, M.G.& Schwartz, S.J. (2002).Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrica isomers of α-Carotene, β-Carotene, Lycopene and Zeaxanthin.*Agricultral and Food chemistry*,*50*(1), 221-226.

Wankri, W. (2012). Growing hydroponics with bio-fertilizer. Retrieved August, 15, 2015, from http://www.agr.rmutt.ac.th/?p=3860. (in Thai)