

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักมูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต  
ของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกแบบใช้วัสดุทดแทนดิน

## Effects of Chemical Fertilizer and Bio-Extracts on the Growth and Yield of Butterhead Lettuce in Substrate Culture System

กาญจนา เหลืองสุวาลัย<sup>1</sup> สหสวรรค์ บุญปฐมพล<sup>1</sup> และชุตินา กาบแก้ว<sup>1\*</sup>

Kanjana Luangsuwalai<sup>1</sup> Sahassawat Boonpatompol<sup>1</sup> and Chutima Kapkaeo<sup>1\*</sup>

*Received: December 12, 2023; Revised: April 24, 2024; Accepted: April 24, 2024*

### บทคัดย่อ

ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดเป็นผักกาดหอมชนิดหนึ่งที่ยิมนำมาบริโภคสด ซึ่งปัจจุบันนิยมปลูกด้วยระบบปลูกพืชในสารละลาย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำหมักจากมูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในกระถางโดยใช้วัสดุทดแทนดิน (ทรายผสมถ่านแกลบ) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ คือ (1) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 (2) น้ำหมักมูลไส้เดือน (3) น้ำหมักมูลสุกร (4) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 สลับกับน้ำหมักมูลไส้เดือน (5) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 สลับกับน้ำหมักมูลสุกร และ (6) น้ำหมักมูลไส้เดือนสลับกับน้ำหมักมูลสุกร พบว่าการเจริญเติบโต และปริมาณคลอโรฟิลล์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ ) ผลการทดลองสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ให้การเจริญเติบโต (ความกว้างพุ่ม ความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ และความกว้างใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์) สูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยเคมีสลับกับน้ำหมักมูลสัตว์ และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่ได้รับน้ำหมักมูลสัตว์เพียงอย่างเดียว สำหรับผลผลิตพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ ) โดยต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ให้น้ำหนักผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับน้ำหมักมูลสุกร และปุ๋ยเคมีสลับกับน้ำหมักมูลไส้เดือน ตามลำดับ

คำสำคัญ : ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด; น้ำหมักมูลไส้เดือน; น้ำหมักมูลสุกร; ระบบปลูกแบบใช้วัสดุทดแทนดิน

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

<sup>1</sup> Faculty of Science of Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

\* Corresponding Author, Tel. 09 0969 5063, E - mail: chutee\_AE@hotmail.com

## Abstract

Butterhead is a type of lettuce that is commonly consumed fresh. Currently, it is popular to grow fresh vegetables using a hydroponic solution system. The objective of this study was to examine the effect of using animal manure extract solutions on the growth of butterhead lettuce, grown in plastic pots using a soil substitute of sand mixed with rice husk charcoal. A randomized trial was conducted, consisting of six treatments: (1) chemical fertilizer (16-16-16), (2) vermicompost extract, (3) swine manure extract, (4) chemical fertilizer alternating with vermicompost extract, (5) chemical fertilizer alternating with swine manure extract, and (6) vermicompost extract alternating with swine manure extract. The results indicated that there are highly significant differences ( $P<0.01$ ) in the growth (growth in terms of bush width, height, number of leaves, leaf length, and leaf width) and chlorophyll content within treatments. The results of the experiment can be divided into three groups: (1) butterhead lettuce supplied with chemical fertilizer, (2) butterhead lettuce grown with a chemical fertilizer solution alternating with animal manure extract, and (3) butterhead lettuce provided with animal manure extract. A significant difference ( $P<0.01$ ) was found between the yield of each fertilizer, with the first group producing the most fresh weight of yield when compared to the other groups. The next highest producing yields were from chemical fertilizers alternating with swine manure extract solution, and chemical fertilizers alternating with vermicompost extract solution, respectively.

**Keywords:** Butterhead Lettuce; Vermicompost Extract; Swine Manure Extract; Substrate Culture System

## บทนำ

ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด (*Lactuca sativa* var. *capitata* Lam.) บางครั้งเรียกว่า บิบ คือสลัดกึ่งห่อ จัดเป็นผักตระกูลผักสลัดที่ได้รับความนิยมบริโภคมาก เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใบลักษณะอ่อนและนิ่มห่อปลีทลวม ใบมีลักษณะคล้ายมีน้ำมันหรือเนยจับที่ผิวใบ ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดเป็นพืชที่นิยมบริโภคสด โดยเฉพาะในสลัด รับประทานเป็นเครื่องเคียงน้ำพริก ห่อเมี่ยงคำ เนื้อย่าง และยำต่าง ๆ หรือนำมาตกแต่งในจานอาหาร ผักกาดหอมมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 95 % คาร์โบไฮเดรต 1 - 2 % โปรตีน 1 - 2 % ไขมัน 0.25 % และมีวิตามินซีสูง นอกจากนี้ยังให้ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูกเหมาะสำหรับผู้ที่มีผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน [1]

มูลสุกร (Swine Manure) เป็นของเหลือทิ้งจำนวนมากจากฟาร์มเลี้ยงสุกร แต่จัดว่าเป็นปุ๋ยสำหรับบำรุงพืชและบำรุงดินชั้นดี เนื่องจากในมูลสุกรอุดมไปด้วยธาตุอาหารสำหรับพืช ทั้งธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อีกทั้งยังมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี อีกด้วย โดยธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในมูลสุกร มีทั้งที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช มีรายงานการวิเคราะห์ตัวอย่างมูลสุกร ที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ 35 % สามารถเปลี่ยนมาเป็นรูปธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืชในช่วงปีแรกและสารอินทรีย์ไนโตรเจนในมูลสุกรอีก 50 % จะปลดปล่อยออกมาให้พืชใช้ได้ในปีที่ 2 แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยมูลสุกรมีการปลดปล่อยไนโตรเจนค่อนข้างช้าซึ่งเป็นข้อดีที่ทำให้ช่วยลดการชะล้างหรือการสูญเสียไนโตรเจนได้ [2] จากรายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในมูลสุกรแห้งเก่า โดยกองเกษตรเคมี

กรมวิชาการเกษตรพบว่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 2.38 16.25 และ 0.11 ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในมูลสุกร [3] พบว่ามูลสุกร มีปริมาณธาตุอาหารหลักดังนี้ 2.68%N 8.5%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.67%K<sub>2</sub>O ในประเทศไทยโดยศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาลกิจจามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ได้แนะนำการทำน้ำสกัดมูลสุกร โดยนำมูลสุกรแห้ง 1 กิโลกรัม ใส่ลงในลอนแช่น้ำ 10 ลิตร นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นสามารถนำน้ำสกัดส่วนใสที่ได้มาเจือจางกับน้ำได้ 10 - 20 เท่า เพื่อใช้เป็นปุ๋ยรดทางดินหรือฉีดพ่นทางใบ หรือเก็บไว้ใช้ต่อไป ส่วนกากของมูลสุกรก็สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยทางดินได้เลยโดยไม่ต้องเสียเวลาหมัก เหมือนปุ๋ยหมักทั่วไป ซึ่งในน้ำสกัดมูลสุกรมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เกือบทุกธาตุในปริมาณมากสามารถใช้เป็นปุ๋ยเพื่อเร่งการเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิตของพืช อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นปุ๋ยเพื่อแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารของพืชได้อีกด้วย [4]

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (Vermicompost) เป็นสิ่งขับถ่ายของไส้เดือนดินที่กินและย่อยอินทรีย์วัตถุแล้วเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักคุณภาพสูง เพราะมีธาตุอาหารพืชที่จำเป็นที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและมีสารปกป้องศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียด คล้ายพีท (Peat) มีรายงานว่า มีระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (NPK) ในรูปแบบที่มีอยู่ สารอาหารรอง จุลินทรีย์ และเอนไซม์ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนยังอุดมไปด้วยฮิวมัส ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารเชื่อมอนุภาคของดินเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นเม็ดดิน [5]

การปลูกพืชบนดินเป็นวิธีทำโดยทั่วไปมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากและต้นทุนไม่มาก แต่มักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับโรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช นอกจากนี้อาจพบปัญหาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ปลูก บางแห่งยังพบดินที่มีปัญหา เช่น ดินเป็นกรด ดินด่าง และดินเค็ม อีกทั้งข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครเนื่องจากที่ดินมีราคาแพง คนส่วนใหญ่อาศัยในอพาร์ทเมนต์ คอนโดมิเนียม และทาวน์เฮาส์ เป็นต้น [6] จากปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาทำให้ปัจจุบันนิยมนำระบบปลูกพืชแบบไร้ดินมาใช้ในการผลิตมากขึ้นเพราะมีข้อดีคือ จะทำให้ได้ผลผลิตที่สะอาดปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน ซึ่งการปลูกพืชแบบไร้ดินอาจแบ่งได้เป็น 3 ระบบใหญ่ ๆ คือ การปลูกพืชในสารละลาย (Hydroponics) การปลูกพืชในอากาศ (Aeroponics) และการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกทดแทนดิน (Substrate Culture) ซึ่งวัสดุในที่นี้มีทั้งที่เป็นอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร โดยวัสดุที่ใช้ปลูกมักเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นของแต่ละประเทศ เช่น ในประเทศไทยวัสดุปลูกที่นิยมใช้ ได้แก่ ขุยมะพร้าว ทรายหยาบ ถ่านแกลบ และแกลบดิบ เป็นต้น [7] กระดาษที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมระหว่างทรายหยาบผสมถ่านแกลบในอัตราส่วน 1:1 มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตค่าน้ำสูง ทั้งนี้แหล่งสารอาหารสำหรับปลูกพืชระบบไร้ดิน คือสารละลายธาตุอาหารพืชสูตรต่าง ๆ ที่นิยมใช้ ได้แก่ สารละลายปุ๋ย A B หรือแม้กระทั่งในการปลูกพืชในดินปกติก็นิยมให้ปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต ถึงแม้ว่าการปลูกพืชไร้ดินจะมีข้อดีหลายประการ แต่การปลูกพืชในระบบไร้ดินนั้นยังมีข้อจำกัด คือในช่วงปี พ.ศ. 2561 ได้ปรากฏข่าวเกี่ยวกับสารเคมีตกค้างในผักไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งนอกจากตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแล้วยังรวมถึงการตกค้างของปุ๋ยเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการปลูกพืชระบบไร้ดินอีกด้วย จากรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชพบว่าพืชผักหลายชนิด ได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดขาวดั่งฮ่องเต้ และผักบุ้งจีนที่ปลูกด้วยระบบนี้มีสารไนเตรต (Nitrate) ตกค้างอยู่ในปริมาณสูง รวมทั้งกลุ่มผักสลัดซึ่งนิยมปลูกด้วยระบบปลูกพืชไร้ดินก็มีสารไนเตรตตกค้างอยู่เช่นเดียวกัน ข่าวนี้ทำให้เกิดความกังวลต่อผู้บริโภคที่นิยมบริโภคผักที่ปลูกด้วยระบบไร้ดิน เนื่องจากสารไนเตรตที่เข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นไนไตรต์ (Nitrite) ไปรบกวนการทำงานของต่อมไทรอยด์ และไนไตรต์สามารถทำปฏิกิริยาจากสารเอมีน (Amine) ในอาหารกลายเป็นไนโตรซามีน (Nitrosamine) ซึ่งจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลของการใช้น้ำหมักมูลสัตว์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกทดแทนดิน เพื่อทดแทนหรือลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งช่วยให้ผู้บริโภคลดความกังวลเกี่ยวกับสารไนเตรตที่อาจจะตกค้างในผลผลิตผักได้

## วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง โดยการเพาะเมล็ดผักกาดหอมปัตเตอร์เฮด บรรจิวสดูเพาะ Coco Peat ลงในถาดเพาะ หยอดเมล็ดหุ้มละ 1 เมล็ด รดน้ำให้ชุ่มนำไปวางไว้ให้เมล็ดงอกในสภาพแสงรำไร เมื่อเมล็ดงอก ดูแลรดน้ำจนกระทั่งต้นกล้าเจริญเติบโตดี (หลังจากเพาะเมล็ด 2 สัปดาห์) ทำการย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 8 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุปลูก (ทราย แกลบดำและกากมะพร้าวสับ) กระถางละ 1 ต้น ดูแลให้น้ำทุกวัน หลังจากย้าย ต้นกล้าลงกระถางที่เตรียมไว้ 1 วัน เริ่มให้น้ำตามทริทเมนต์ที่กำหนด โดยรดทางดินในอัตรา 100 มิลลิลิตร/กระถาง ทุก 5 วัน หยุดให้สารละลายปุ๋ยก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์

### 2. การเตรียมปุ๋ยเพื่อใช้ในการทดลอง

2.1 นำปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ละลายน้ำ อัตรา 4 กรัมต่อลิตร ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 100 มิลลิลิตร/กระถาง (ค่า E.C. = 7891  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) รดผักสลัดทุก 5 วัน หรือใช้รดสลับกับน้ำหมักมูลไส้เดือนตามทริทเมนต์ทุก 5 วัน จนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ จึงหยุดให้ปุ๋ย

2.2 การเตรียมปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน โดยนำมูลไส้เดือนหมักกับน้ำสะอาดอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ลงในถังพลาสติก โดยการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศใช้เวลาหมักนาน 1 สัปดาห์ จากนั้นกรองน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้ผสมน้ำสะอาด อัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 4 ลิตร (ค่า E.C. = 491  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) เพื่อนำไปใช้รดทางดินอัตรา 100 มิลลิลิตร/กระถาง ทุก 5 วัน หรือใช้รดสลับกับปุ๋ยเคมี หรือน้ำหมักมูลสุกร ตามทริทเมนต์ที่กำหนด

2.3 การเตรียมปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร นำมูลสุกรแห้งหมักกับน้ำสะอาดอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ลงในถังพลาสติก โดยการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ ใช้เวลาหมักนาน 1 สัปดาห์ จากนั้นกรองน้ำหมักมูลสุกรที่ได้ ผสมน้ำสะอาดอัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 4 ลิตร (ค่า E.C. = 790  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ก่อนนำไปใช้รดทางดินอัตรา 100 มิลลิลิตร/กระถาง ทุก 5 วัน หรือใช้รดสลับกับปุ๋ยเคมี หรือน้ำหมักมูลไส้เดือน ตามทริทเมนต์ที่กำหนด

2.4 การเตรียมวัสดุปลูก ผสมทรายกับถ่านแกลบอัตรา 2:1 จากนั้นนำกากมะพร้าวสับรองกัน กระถางขนาด 8 นิ้ว และใส่วัสดุปลูกที่ผสมไว้

2.5 รดน้ำเข้า-เย็นทุกวัน จากนั้นเก็บผลการเจริญเติบโตทุก ๆ 7 วัน

3. วางแผนการทดลองแบบ **Completely Randomized Design (CRD)** ประกอบด้วย 6 ทริทเมนต์ ๆ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้

- ทริทเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16
- ทริทเมนต์ที่ 2 ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน
- ทริทเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร
- ทริทเมนต์ที่ 4 ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนสลับกับปุ๋ยเคมี 16-16-16
- ทริทเมนต์ที่ 5 ปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรสลับกับปุ๋ยเคมี 16-16-16
- ทริทเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน

### 4. การบันทึกข้อมูล

4.1 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ความกว้างพุ่ม ความสูงลำต้น (โดยวัดจากระดับผิววัสดุปลูก ถึงใบยอด) ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบ โดยใช้ Chlorophyll Meter SPAD 502 plus

4.2 บันทึกข้อมูล น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสตราก น้ำหนักแห้งสตราก ในวันเก็บเกี่ยว ผลผลิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

## ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดด้วยสารละลายปุ๋ยต่าง ๆ ทุก 5 วัน พบว่า

1. ด้านการเจริญเติบโต ความกว้างพุ่มผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดในช่วงอายุ 2 - 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่เมื่อต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดมีอายุ 6 - 8 สัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีค่าเฉลี่ยของความกว้างพุ่มมากที่สุดเท่ากับ 23.93 เซนติเมตร รองลงมาคือ ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร และปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน ตามลำดับ โดยต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว มีความกว้างพุ่มเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 15.69 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความกว้างพุ่มของต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทรีทเมนต์               | อายุ (สัปดาห์) |            |                          |                         |
|-------------------------|----------------|------------|--------------------------|-------------------------|
|                         | 2              | 4          | 6                        | 8                       |
| ปุ๋ยเคมี                | 4.82±0.76      | 11.86±1.26 | 20.78±1.98 <sup>a</sup>  | 23.93±2.49 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือน             | 5.39±0.70      | 12.51±1.13 | 17.02±1.69 <sup>c</sup>  | 15.69±2.32 <sup>d</sup> |
| มูลสุกร                 | 4.66±1.16      | 10.83±1.40 | 17.08±0.77 <sup>c</sup>  | 17.72±2.19 <sup>c</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 5.60±1.97      | 11.89±1.36 | 18.60±1.06 <sup>b</sup>  | 20.86±2.43 <sup>b</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 5.20±1.30      | 11.97±1.28 | 17.93±0.91 <sup>bc</sup> | 21.41±0.93 <sup>b</sup> |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 5.29±0.77      | 11.93±2.46 | 17.3±1.69 <sup>bc</sup>  | 18.97±1.15 <sup>c</sup> |
| F-test                  | ns             | ns         | **                       | **                      |
| CV (%)                  | 21.91          | 12.52      | 7.95                     | 9.70                    |

หมายเหตุ: ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P>0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P<0.01$ )

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ความสูงของต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด อายุ 2 และ 6 สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) อายุ 4 และ 8 สัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยสัปดาห์ที่ 8 พบว่าต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.79 เซนติเมตร โดยต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 2.57 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 2)

จำนวนใบของต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด อายุ 2 - 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดมีอายุ 6 - 8 สัปดาห์ พบว่าจำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยที่อายุ 8 สัปดาห์หลังจากเพาะเมล็ด ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 38.40 ใบ ขณะที่ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียวมีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 23 ใบ (ตารางที่ 3) นอกจากนี้พบว่าต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ย 16-16-16 เริ่มเข้าปลีตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7

ตารางที่ 2 ความสูงของต้นผักกาดหอมปัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทรีทเมนต์               | อายุ (สัปดาห์) |                        |           |                        |
|-------------------------|----------------|------------------------|-----------|------------------------|
|                         | 2              | 4                      | 6         | 8                      |
| ปุ๋ยเคมี                | 1.31±0.24      | 1.62±0.08 <sup>b</sup> | 2.53±0.19 | 3.79±0.17 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือน             | 1.20±0.17      | 1.63±0.11 <sup>b</sup> | 2.38±0.16 | 2.59±0.19 <sup>b</sup> |
| มูลสุกร                 | 1.29±0.21      | 1.68±0.10 <sup>b</sup> | 2.47±0.14 | 2.67±0.18 <sup>b</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 1.31±0.11      | 1.74±0.20 <sup>b</sup> | 2.57±0.26 | 2.60±0.12 <sup>b</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 1.27±0.07      | 1.73±0.18 <sup>b</sup> | 2.50±0.11 | 2.62±0.06 <sup>b</sup> |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 1.38±0.12      | 1.89±0.24 <sup>a</sup> | 2.41±0.17 | 2.57±0.11 <sup>b</sup> |
| F-test                  | ns             | **                     | ns        | **                     |
| CV (%)                  | 11.81          | 8.78                   | 6.88      | 4.90                   |

หมายเหตุ: ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P>0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P<0.01$ )

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3 จำนวนใบของต้นผักกาดหอมปัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทรีทเมนต์               | อายุ (สัปดาห์) |           |                          |                         |
|-------------------------|----------------|-----------|--------------------------|-------------------------|
|                         | 2              | 4         | 6                        | 8                       |
| ปุ๋ยเคมี                | 5.90±0.32      | 9.30±0.67 | 17.80±1.75 <sup>a</sup>  | 38.40±3.34 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือน             | 6.10±0.57      | 9.00±0.82 | 14.70±1.06 <sup>c</sup>  | 23.00±1.56 <sup>c</sup> |
| มูลสุกร                 | 6.00±0.67      | 9.30±0.67 | 14.80±1.03 <sup>c</sup>  | 23.20±2.74 <sup>c</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 6.00±0.47      | 9.10±0.74 | 16.00±1.05 <sup>bc</sup> | 34.90±3.35 <sup>b</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 5.70±0.67      | 8.90±0.57 | 16.40±1.26 <sup>b</sup>  | 34.60±4.88 <sup>b</sup> |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 6.10±0.32      | 9.10±0.74 | 16.00±1.83 <sup>bc</sup> | 24.80±3.65 <sup>c</sup> |
| F-test                  | ns             | ns        | **                       | **                      |
| CV (%)                  | 8.42           | 7.70      | 8.35                     | 10.91                   |

หมายเหตุ: ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P>0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P<0.01$ )

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ความยาวใบของต้นผักกาดหอมปัตเตอร์เฮดทุกทรีทเมนต์ในช่วงอายุ 2 - 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยความยาวใบเริ่มมีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เมื่อต้นผักกาดหอมปัตเตอร์เฮดมีอายุ 6 - 8 สัปดาห์ โดยในสัปดาห์ที่ 8 (ณ วันที่เก็บเกี่ยว) พบว่าต้นผักกาดหอมปัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด 12.01 เซนติเมตร ขณะที่ต้นผักกาดหอมปัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว มีความยาวใบเฉลี่ยเพียง 7.93 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความยาวใบของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทรีทเมนต์               | อายุ (สัปดาห์) |           |                         |                         |
|-------------------------|----------------|-----------|-------------------------|-------------------------|
|                         | 2              | 4         | 6                       | 8                       |
| ปุ๋ยเคมี                | 4.22±0.48      | 7.70±0.60 | 10.27±0.85 <sup>a</sup> | 12.01±1.00 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือน             | 4.26±0.30      | 7.63±0.61 | 8.02±1.13 <sup>c</sup>  | 7.93±0.83 <sup>d</sup>  |
| มูลสุกร                 | 3.93±0.61      | 7.40±0.73 | 8.46±0.98 <sup>bc</sup> | 8.93±0.91 <sup>c</sup>  |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 4.55±0.59      | 7.59±0.77 | 9.98±0.87 <sup>a</sup>  | 10.47±1.17 <sup>b</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 4.40±0.56      | 7.32±0.40 | 8.99±0.64 <sup>b</sup>  | 10.76±0.96 <sup>b</sup> |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 4.55±0.36      | 7.22±0.99 | 8.14±0.93 <sup>bc</sup> | 8.90±0.75 <sup>c</sup>  |
| F-test                  | ns             | ns        | **                      | **                      |
| CV (%)                  | 11.18          | 9.11      | 10.01                   | 9.52                    |

หมายเหตุ: ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P>0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P<0.01$ )

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ความกว้างใบของต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดในช่วงอายุ 2 - 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) ซึ่งในช่วงอายุ 6 - 8 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด 8.36 เซนติเมตร รองลงมาเป็นต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร หรือปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน ตามลำดับ และผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว มีความกว้างใบเฉลี่ยเพียง 4.93 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความกว้างใบของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทรีทเมนต์               | อายุ (สัปดาห์) |           |                         |                        |
|-------------------------|----------------|-----------|-------------------------|------------------------|
|                         | 2              | 4         | 6                       | 8                      |
| ปุ๋ยเคมี                | 1.72±0.17      | 3.39±0.36 | 6.99±0.71 <sup>a</sup>  | 8.36±1.06 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือน             | 1.79±0.13      | 3.23±0.21 | 4.77±0.44 <sup>d</sup>  | 4.93±0.43 <sup>c</sup> |
| มูลสุกร                 | 1.63±0.27      | 3.30±0.36 | 5.02±0.63 <sup>cd</sup> | 5.49±0.90 <sup>c</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 1.85±0.28      | 3.38±0.35 | 5.62±0.82 <sup>bc</sup> | 6.84±1.12 <sup>b</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 1.82±0.23      | 3.47±0.24 | 5.88±0.70 <sup>b</sup>  | 7.56±0.59 <sup>b</sup> |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 1.89±0.17      | 3.47±0.58 | 5.18±0.69 <sup>cd</sup> | 5.43±0.50 <sup>c</sup> |
| F-test                  | ns             | ns        | **                      | **                     |
| CV (%)                  | 11.51          | 10.34     | 11.94                   | 11.89                  |

หมายเหตุ: ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P>0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P<0.01$ )

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด อายุ 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) แต่พบว่า เมื่อสัปดาห์ที่ 2 6 และ 8 สัปดาห์ ปริมาณคลอโรฟิลล์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$  และ  $P < 0.01$ ) โดยในสัปดาห์ที่ 8 ใบของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยมากที่สุด 36.45 SPAD unit รองลงมาคือ ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนหรือปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร สำหรับพืชที่ 6 ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนหรือปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะพืชที่ 6 ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรเพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุดเพียง 22.83 SPAD unit (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทรีทเมนต์               | อายุ (สัปดาห์)            |            |                         |                          |
|-------------------------|---------------------------|------------|-------------------------|--------------------------|
|                         | 2                         | 4          | 6                       | 8                        |
| ปุ๋ยเคมี                | 21.32±1.35 <sup>a</sup>   | 21.91±3.71 | 32.69±4.52 <sup>a</sup> | 36.45±2.23 <sup>a</sup>  |
| มูลไส้เดือน             | 20.91±1.93 <sup>ab</sup>  | 20.74±1.89 | 25.23±2.92 <sup>b</sup> | 26.37±3.78 <sup>c</sup>  |
| มูลสุกร                 | 19.09±2.50 <sup>bc</sup>  | 19.67±3.23 | 25.70±3.20 <sup>b</sup> | 22.83±3.59 <sup>d</sup>  |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 18.90±1.74 <sup>c</sup>   | 21.08±1.37 | 27.97±2.24 <sup>b</sup> | 31.06±2.49 <sup>b</sup>  |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 20.69±1.61 <sup>abc</sup> | 18.76±3.67 | 28.47±2.60 <sup>b</sup> | 30.83±4.20 <sup>b</sup>  |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 19.67±2.60 <sup>abc</sup> | 21.58±3.20 | 27.56±4.73 <sup>b</sup> | 25.09±3.40 <sup>cd</sup> |
| F-test                  | *                         | ns         | **                      | **                       |
| CV (%)                  | 9.74                      | 13.78      | 12.05                   | 11.41                    |

หมายเหตุ : ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P < 0.01$ )

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากผลการทดลองทางด้านการเจริญเติบโตของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด พบว่าการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (ตารางที่ 1 2 3 4 และ 5) โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีการเจริญเติบโตมากที่สุด เนื่องจากปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีก็เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว พืชจึงสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ตลอด [8] นอกจากนี้ ปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพมีน้อยกว่าส่งผลให้มีการเจริญเติบโตน้อยกว่า [9] ประกอบกับ ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดเป็นผักที่มีอายุสั้น การได้รับธาตุอาหารทำให้การเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ดี โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ และก้าน [10] สอดคล้องกับผลการทดลองของ [11] ที่ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม 3 พันธุ์ ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ในสารละลายธาตุอาหารพืช คือ สารละลายมาตรฐาน AB เปรียบเทียบกับสารละลายอินทรีย์ คือ น้ำหมักรกหมู น้ำหมักปลา และน้ำหมักผลไม้รวม พบว่าผักกาดหอมทุกพันธุ์ที่ปลูกในสารละลาย AB มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายธาตุอาหารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด [12] ได้ศึกษาการปลูกผักสลัดเบบี้เรดคอสในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร และน้ำหมักชีวภาพสูตรต่าง ๆ พบว่าผักสลัดเบบี้เรดคอสมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน การใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครในการปลูกมีการเจริญเติบโตดีที่สุด กลุ่มที่ 2 คือ ปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน และปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร มีการเจริญเติบโตรองลงมาจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เพราะปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน และปุ๋ยน้ำหมัก

มูลสุกรไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สด กลุ่มที่ 3 คือ ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน และปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรเพียงอย่างเดียว มีผลการเจริญเติบโตน้อยที่สุด เนื่องจากในสารละลายน้ำหมักที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นแบตเตอรี่สดน้อย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายปุ๋ยเคมี และน้ำหมักทั้งสองชนิด พบว่าน้ำหมักมูลไส้เดือนมีค่า EC 491  $\mu\text{S}/\text{cm}$  และน้ำหมักมูลสุกรมีค่า EC 790  $\mu\text{S}/\text{cm}$  เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีค่า EC 7891  $\mu\text{S}/\text{cm}$  จะเห็นได้ว่าปุ๋ยน้ำหมักทั้งสองสูตรมีค่า EC ต่ำกว่า 10 เท่า ส่งผลทำให้ต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ค่า EC ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดคือ 500 – 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  โดยทั่วไปเมื่อพืชยังเล็กจะมีความต้องการค่า EC ต่ำ ทำให้ต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดช่วงอายุ 2 – 4 สัปดาห์มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ความต้องการปริมาณธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับจากน้ำหมักมูลสัตว์ไม่เพียงพอจึงส่งผลให้การเจริญเติบโตในช่วงอายุ 6 – 8 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบว่าต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด เนื่องจากในปุ๋ยเคมีมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ปริมาณมากส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์มีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ โดยโครงสร้างของคลอโรฟิลล์มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณ 8.22 % ของน้ำหนักโมเลกุล [13] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ [14] ที่ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนและการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ และศึกษาความเป็นไปได้ที่จะใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณไนโตรเจนมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำหมักมูลไส้เดือน ซึ่งผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำหมักมูลไส้เดือน (สูตร A และสูตร B อัตราส่วน 1:200) มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำหมักมูลไส้เดือน (ความเข้มข้น 50 %)

2. ด้านผลผลิต หลังการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมแบตเตอรี่สด (เมื่อมีอายุ 8 สัปดาห์) พบว่าผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ปริมาณ 100 มล./ต้น ทุก 5 วัน ตลอดการทดลอง มีน้ำหนักผลผลิตสดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 99.25 กรัม กลุ่มที่ 2 คือต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร และปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนทุก 5 วัน กลุ่มที่ 3 คือต้นที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรเพียงอย่างเดียว ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร และปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียวทุก 5 วัน ตามลำดับ โดยต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียวให้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยเพียง 14.07 กรัม/ต้น (ตารางที่ 7) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากในปุ๋ยเคมีมีไนโตรเจนอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งมีบทบาทช่วยการส่งเสริมการเจริญเติบโตลำต้นและใบ [10] สูงกว่าไนโตรเจนที่มีอยู่ในปุ๋ยน้ำหมักมูลสัตว์ทั้งสองชนิด

น้ำหนักสดของรากเมื่อเก็บเกี่ยวโดยถอนทั้งต้นเมื่อมีอายุครบ 8 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่ได้รับปุ๋ยเคมี หรือได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร หรือปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมีน้ำหนักสดของรากต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 7) สำหรับการเจริญของรากนั้นเกี่ยวข้องกับธาตุฟอสฟอรัส โดยฟอสฟอรัสมีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของราก [10] ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าทั้งปุ๋ยเคมี และปุ๋ยน้ำหมักจากมูลสัตว์ทั้งสองชนิดต่างมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียงพอต่อการเจริญของราก แต่การที่รากของต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักสดต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมี เป็นผลเนื่องมาจากกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลสัตว์มีการแตกใบอ่อนน้อยทำให้สารอาหารที่เป็นผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เกิดขึ้นถูกนำไปใช้ในการเจริญของรากแทนการเจริญของลำต้นและใบ โดยสามารถดูได้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของส่วนต้นต่อน้ำหนักรากของต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่เก็บเกี่ยว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยต้นผักกาดหอมแบตเตอรี่สดที่ได้รับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว หรือได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร

หรือปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน มีอัตราส่วนของน้ำหนักลำต้นต่อน้ำหนักรากสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีค่อนข้างมาก (ตารางที่ 7) ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการทดลองทางด้านน้ำหนักแห้งของรากซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ทริทเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลสัตว์โดยไม่ได้รับปุ๋ยเคมีมีการเจริญทางลำต้นและใบน้อย แต่ในทางกลับกัน จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของรากมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด นั่นคือต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับน้ำหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว น้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดเท่ากับ 11.46 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) การที่ต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสัตว์มีการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นและใบต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญแสดงให้เห็นว่า เมื่อพืชดูดน้ำในโตรเจนได้มากจะทำให้พืชเจริญทางใบได้ดีและอยู่ในสภาพอวบหนา [10] และผลผลิตจากการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงถูกนำไปใช้ในการเจริญทางต้นมากกว่าเพื่อการสะสมอาหาร ซึ่งต้นผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับในโตรเจนน้อย การเจริญเติบโตทางต้นก็จะน้อยลง แต่ในขณะเดียวกันพืชยังมีการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้อาหารที่เหลือจากการเจริญเติบโตจึงสะสมเป็นน้ำหนักแห้ง อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้ให้ผลไม่สอดคล้องกับการทดลองของ [15] ที่พบว่าการใช้น้ำหมักและน้ำที่ละลายจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน 50 % มีศักยภาพมากพอในการใช้เป็นธาตุอาหารทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิคส์ และไม่สอดคล้องกับการทดลองของ [16] พบว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมได้ดีกว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากพืช ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน และปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ใช้เพียง 20 % ซึ่งค่าเกินไปส่งผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีปริมาณต่ำ ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยพิจารณาจากค่า EC ที่วัดได้ค่อนข้างต่ำมาก โดยเฉพาะในปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน ทั้งที่มีรายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้น เนื่องจาก [17] รายงานว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนจะทำให้วัสดุปลูกมีความร่วนซุย ระบายน้ำ และอากาศได้ดี รากพืชสามารถงอกขึ้นได้ง่าย ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี

ตารางที่ 7 ผลผลิต น้ำหนักสดของราก และอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักต้นต่อน้ำหนักรากของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยแตกต่างกัน

| ทริทเมนต์               | ผลผลิต (กรัม)            | น้ำหนักสดราก (กรัม)      | น้ำหนักต้น/น้ำหนักราก   |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ปุ๋ยเคมี                | 99.25±22.47 <sup>a</sup> | 5.04±0.97 <sup>bc</sup>  | 19.90±4.08 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือน             | 14.07±2.25 <sup>c</sup>  | 6.28±1.56 <sup>ab</sup>  | 2.35±0.44 <sup>b</sup>  |
| มูลสุกร                 | 21.21±7.23 <sup>c</sup>  | 5.21±1.57 <sup>abc</sup> | 4.10±0.77 <sup>b</sup>  |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 82.02±6.22 <sup>b</sup>  | 4.46±0.81 <sup>c</sup>   | 18.79±2.75 <sup>a</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 88.53±6.72 <sup>b</sup>  | 5.08±0.84 <sup>bc</sup>  | 17.83±2.94 <sup>a</sup> |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 18.03±4.57 <sup>c</sup>  | 6.37±1.55 <sup>a</sup>   | 2.88±0.72 <sup>b</sup>  |
| F-test                  | **                       | **                       | **                      |
| CV (%)                  | 15.31                    | 22.53                    | 15.31                   |

หมายเหตุ: \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P < 0.01$ )  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งต้น และรากของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ได้รับสารละลายปุ๋ยที่แตกต่างกัน

| ทริทเมนต์               | น้ำหนักแห้งใบและต้น (%) | น้ำหนักแห้งราก (%)      |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ปุ๋ยเคมี                | 6.11±0.35 <sup>c</sup>  | 7.97±0.39 <sup>bc</sup> |
| น้ำหมักมูลไส้เดือน      | 9.58±0.33 <sup>a</sup>  | 11.46±1.13 <sup>a</sup> |
| น้ำหมักมูลสุกร          | 8.84±0.57 <sup>b</sup>  | 9.39±0.74 <sup>ab</sup> |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลไส้เดือน | 6.75±0.23 <sup>c</sup>  | 6.08±0.84 <sup>c</sup>  |
| ปุ๋ยเคมีสลับมูลสุกร     | 6.29±0.30 <sup>c</sup>  | 6.44±3.34 <sup>c</sup>  |
| มูลไส้เดือนสลับมูลสุกร  | 9.65±0.27 <sup>a</sup>  | 9.42±0.12 <sup>ab</sup> |
| F-test                  | **                      | **                      |
| CV (%)                  | 4.33                    | 12.92                   |

หมายเหตุ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ( $P<0.01$ )  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT  
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

## สรุปผล

- ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบใช้วัสดุทดแทนดินมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงที่สุดเมื่อได้รับสารละลายปุ๋ย 16-16-16 ความเข้มข้น 4 g/L อัตรา 100 ml/กระถาง ทุก 5 วัน รองลงมาคือ ต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร หรือปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน
- การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการให้สารละลายปุ๋ย 16-16-16 สลับกับปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกร หรือปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่มีอายุมากกว่า 4 สัปดาห์ขึ้นไป ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน หรือปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรมีการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนของลำต้น ใบ และรากมากกว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## References

- [1] Nonnecke, Libner, Ib. (1989). **The Leafy Crops; Lettuce. Vegetable Production**. New York, An AVI Book Published by Van Nostrand Reinhold (International) Limited, pp. 450-466
- [2] Nakhon Ratchasima Agricultural Occupation Promotion and Development Center. (2020). **Average Nutrient Content for Plants Contained in Dry Manure**. Access (4 August 2023). Available ([https://osd101.lldd.go.th/q/manual/table\\_compost.pdf](https://osd101.lldd.go.th/q/manual/table_compost.pdf)) (in Thai)
- [3] Nokum, N., Yusuk, P., and Kamon, N. (2019). **Research and Development Increase Production and Quality Organic Vegetable in Royal Project Area**. Complete Report of the Highland Research and Development Institute (Public Organization) (in Thai)
- [4] Kanto, U. and Juttupornpong, S. (2010). **The Addition of Animal Microorganisms is an Effective Fertilizer for Plants**. Access (17 August 2023). Available ([https://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/52/08-integration/Uthai/integration\\_00.html](https://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/52/08-integration/Uthai/integration_00.html)) (in Thai)
- [5] Shreedevi, A. S. and Hanchinal, S. N. (2017). Adoption of Vermicomposting Technology by Farmers of Gulbarga District in Karnataka. **Agriculture Update**. Vol. 12, Issue 4, pp. 639-642. DOI: 10.15740/HAS/AU/12.4/639-642

- [6] Kitpakdeekul, S. and Jirakiattikul, Y. (2002). Effect of Planting Material on Growth and the Yield of Kale in Soilless Culture. **Thai Journal of Science and Technology (TJST)**. Vol. 10, No. 2, pp. 47-53 (in Thai)
- [7] Thongket, T. (2001). **Soilless Culture**. Contemporary Agriculture. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus. pp. 43-48 (in Thai)
- [8] Poomipan, P., Chakatrakan, S., Latkanathinnawong, V., Pliumchareorn, C., and Chomphuphiw, P. (2016). Comparison Between Chemical Fertilizer and High Quality Organic Fertilizer on Quality of Rice Variety Suphan Buri 1. **Thai Journal of Science and Technology**. Vol. 24, No. 5, (Supplement) pp. 753-765 (in Thai)
- [9] Ratneetoo, B. (2013). Effect of Bio-extract from Cow Dung on the Growth and Yield of Chinese Cabbage (*Brassica chinensis Just*) under Hydroponics Culture. **Princess of Naradhiwas University Journal**. Vol. 5, No. 2, pp. 76-82 (in Thai)
- [10] Faculty Members of the Department of Soil Science. (2005). **Introduction to Soil Science**. 10<sup>th</sup> ed. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- [11] Khitka, B., Panyayom, W., and Charwwiang, K. (2019). Growth and Yield of Lettuce with Organic Nutrients-Solution for Hydroponics. **The Agricultural Science Journal**. Vol. 50, No. 1, pp. 328-334 (in Thai)
- [12] 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 Agricultural Journal**. Vol. 49, No. 2, pp. 304-311 (in Thai)
- [13] Dulyanukit, S. (1992). **Effects of Various Concentration Levels of Nitrogen and Phosphorus in Food Recipes Zarrouk on Spirulina (*Spirulina sp.*)**. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- [14] Pengkam, C. and Boonthai IWAI, C. (2018). Influence of Using Chemical Fertilizer and Vermicompost Extract on Nitrate Content and Growth in Lettuce Under Hydroponic System. **Khon Kaen Agricultural Journal**. Vol. 46, No. 1, pp. 1198-1201 (in Thai)
- [15] Klaythong, P. (2014). **Utilization of Extracted Juice from Vermicompost to Replace Chemical Fertilizer for Soilless Culture with Hydroponic System**. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management. Prince of Songkla University
- [16] Jala, A., Chittawanij, A., and Chakhatrakanand, S. (2012). The Effects of Vermicomposts from 2 Genus of Earthworm on Growth and Yield of Iceberg Lettuce. **Thai Journal of Science and Technology**. Vol. 1, No. 1, pp. 19-24 (in Thai)
- [17] Galli, E., Tomati, U., Grappelli, A., and Di Lena, G. (1990). Effect of Earthworm Casts on Protein Synthesis in *Agaricus bisporus*. **Biology and Fertility of Soils**. Vol. 9, pp. 290-291. DOI: 10.1007/BF00634103