การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb.) ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

Comparison of Growths and Yields of Asiatic Pennyworth (*Centella asiatica* (L.) Urb.) with Chemical and Organic Fertilizers.

บุษบา บัวคำ[1*] และ รักเกียรติ แสนประเสริฐ[2]

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[2]สำนักงานไร่ฝึกทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[*]Email: budsaba.b@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

บัวบก (*Centella asiatica* (Linn.) Urban) เป็นผักพื้นบ้านที่พบเห็นได้ทั่วไป และมีสรรพคุณมากมาย ซึ่งบัวบกเป็นผักพื้นบ้านที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง โดยสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก ซึ่งปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่บัวบกที่เกษตรกรปลูกได้เป็นอย่างมากคือการใส่ปุ๋ย โดยชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใส่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกเป็นอย่างมาก แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมแก่บัวบกที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบกที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่าง ๆ กันในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี จากการศึกษาการปลูกบัวบกในดินทรายร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำภายใต้สภาพอากาศของจังหวัดอุบลราชธานีพบว่า การให้ปุ๋ยทำให้อัตราการเจริญเติบโตของบัวบกเพิ่มขึ้น โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์ คือปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือน โดยแต่ละครั้งใส่ในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้บัวบกมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (vegetative growth) สูงที่สุด แต่สำหรับปริมาณ Asiaticoside ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีอยู่ในบัวบก กลับพบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณ Asiaticoside ในส่วนแผ่นใบของบัวบกสูงที่สุด ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวอาจเพียงพอสำหรับการปลูกบัวบกของเกษตรกรที่ต้องการขายเฉพาะผลผลิตสด แต่สำหรับเกษตรกรที่ต้องการปลูกบัวบกเพื่อขายผลผลิตแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตยาสมุนไพรอาจต้องคำนึงถึงปริมาณสารสำคัญด้วย จึงควรมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้แก่ดินที่ใช้ในการปลูกบัวบก ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในแต่ละครั้งอัตรา 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่ผสมแกลบในแต่ละครั้งอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือนทำให้ปริมาณ Asiaticoside เพิ่มขึ้นสูงที่สุด

คำสำคัญ : บัวบก ปุ๋ย อัตราการเจริญเติบโต สารเอเชียติโคไซด์

Abstract

Asiatic pennyworth or Gotu Kola (*Centella asiatica* (Linn.) Urban) is a common vegetable in Thailand that has a lot of beneficial properties and is important in the significant boosting of farmers' incomes. Fertilizers are the key factor to increase growths and yields of Asiatic pennyworth, and it is the kinds and rates of fertilizers that have a large effect on these growths and yields. However, there is limited direct evidence on suitable fertilizer use for Asiatic pennyworth production in Ubon Ratchathani province. Therefore, this study aimed to compare the growths and yields of Asiatic pennyworth grown

under different kinds and rates of chemical and organic fertilizers in the province. Results showed that growth rates of Asiatic pennyworth in the unfertile loamy sand of Ubon Ratchathani increased with the use of chemical and organic fertilizers. Application of organic fertilizer (chicken manure mixed with rice husk) before planting and one month after transplanting at the rate of 1,000 kg per rai each time produced the greatest growth. Asiaticoside is an active principle component in Asiatic pennyworth and it was found that conjunctive use of organic and chemical fertilizers raised the amount of Asiaticoside in Asiatic pennyworth leaf. Using only organic fertilizer may be sufficient for the cultivation of yield to be sold fresh, but the conjunctive use of the two types of fertilizer was more suitable for farmers who wanted to sell dried yield for the production of herbal medicines.

Keywords: Gotu Kola; Fertilizer; Growth rate; Asiaticoside

บทนำ

บัวบก (*Centella asiatica* (Linn.) Urban) เป็นผักพื้นบ้านที่พบเห็นได้ทั่วไป คนไทยนิยมบริโภคบัวบกมานาน ซึ่งบัวบกมีฤทธิ์ในการสมานแผลและลดการอักเสบ สารสกัดจากต้นบัวบกด้วยน้ำมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา สามารถใช้พอกรักษาโรคผิวหนัง (psoriasis) นอกจากนี้สารสกัดจากใบบัวบกมีฤทธิ์ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งบางชนิด รักษาแผลเรื้อรังเพราะมีสารสำคัญ เช่น Asiaticoside และ Madecassic acids เป็นต้น และยังสามารถรักษาเยื่อหุ้มสมองอักเสบ ส่งเสริมการทำงานของสมอง และเร่งสร้างเนื้อเยื่อและคอลลาเจน จึงช่วยสมานแผล [1]

จากคุณสมบัติของบัวบกที่สามารถใช้ประโยชน์ทั้งจากผลผลิตสด ที่สามารถนำไปประกอบอาหารและเครื่องดื่ม และการใช้ผลผลิตแห้งเพื่อใช้ผลิตยาสมุนไพรและเครื่องสำอาง จึงทำให้บัวบกเป็นผักพื้นบ้านที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากตลาดมีความต้องการสูง โดยพื้นที่หนึ่งที่เกษตรกรให้ความสนใจปลูกบัวบกมานานและสามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก คือพื้นที่บ้านวังยาง ตำบลบุ่งหวาย อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี [2], [3], [4] ซึ่งการปลูกบัวบกของเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมี เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยสูตร 16-20-0 หรือ 15-15-15 โดยจะใส่ 2-3 ครั้ง ต่อการปลูก 1 รอบ [3], [4], [5] ซึ่งการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีลงไปในดินเป็นเวลานานอาจส่งผลทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อย และส่งผลทำให้พืชเจริญเติบโตลดลงในที่สุด [6] โดยจากการศึกษาของ Siddiqui et al. [7] ที่ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก (compost tea) และปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญในบัวบกที่ปลูกในประเทศมาเลเซียพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักความเข้มข้น 50 % ปริมาณ 1 ลิตร ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 % ของอัตราแนะนำช่วยทำให้การเจริญทางด้านลำต้นของบัวบกมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ และยังทำให้สารสำคัญในบัวบก ได้แก่ Asiaticoside Madecassoside และ Asiatic acid ในส่วนของใบ ก้านใบและรากมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย

นอกจากนี้ จากรายงานของอนันต์และคณะ [8] ที่ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกสายต้นนครศรีธรรมราช ปราจีนบุรี ระยอง และอุบลราชธานี ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 0 0.5 1 1.5 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคทุกอัตราไม่มีผลต่อขนาดทรงพุ่มและความยาวไหลของบัวบกทุกสายต้นเมื่อปลูกในฤดูหนาว ยกเว้นช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ส่งผลให้บัวบกทุกสายต้นมีทรงพุ่มขนาดใหญ่และไหลยาวที่สุด โดยจะเห็นได้ว่าชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใส่ให้แก่บัวบกมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกเป็นอย่างมาก แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมแก่บัวบกที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ดังนั้นในการศึกษา

นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบก ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ทดลองปลูกบัวบก (*Centella asiatica* (Linn.) Urban) ณ แปลงไม้ผล สำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ซึ่งดินที่ใช้ปลูกบัวบกเป็นดินทรายร่วน โดยดำเนินการทดลองในช่วงระหว่างวันที่ 21 มีนาคม 2557 ถึงวันที่ 17 มิถุนายน 2557 วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) มี 4 กรรมวิธีการทดลอง กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ โดยกรรมวิธีการทดลอง ได้แก่

1. ไม่มีการให้ปุ๋ยตลอดฤดูปลูก (ชุดควบคุม)

2. ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือน โดยแต่ละครั้งใส่ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่

3. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ คือปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือน โดยแต่ละครั้งใส่ในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

4. ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในแต่ละครั้งอัตรา 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่ผสมแกลบในแต่ละครั้งอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือน

สำหรับปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบนั้น มีอัตราส่วนของมูลไก่ต่อแกลบดิบประมาณ 1:3 และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบพบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.10 ค่าการนำไปฟ้าเท่ากับ 6.29 $dS.m^{-1}$ ปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 60.22 % ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 34.93 % ค่า C:N ratio เท่ากับ 19:1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.8 % ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดเท่ากับ 2.7 % และปริมาณโพแทชทั้งหมดเท่ากับ 2.6 %

หลังจากเตรียมดินและใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนดเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงย้ายกล้าบัวบกสายต้นอุบลราชธานีที่ได้จากกาปักชำไหล ที่มีอายุ 45 วัน ไปปลูกในแปลงทดลองที่มีความกว้าง 1 เมตร และยาว 2.5 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 25 และระยะระหว่างต้น 30 เซนติเมตร มีการให้น้ำบัวบกอย่างพอเพียงตลอดฤดูปลูกโดยการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และไม่ได้มีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชใดๆ ในทุกกรรมวิธีการทดลอง เนื่องจากไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลายบัวบกตลอดฤดูปลูก

ในระหว่างทำการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างต้นบัวบกจากทุกแปลงปลูก แปลงละ 3 ต้น ที่อายุ 4 8 และ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก เพื่อนำมาศึกษาถึงการเจริญเติบโตของบัวบก โดยข้อมูลที่นำมาศึกษาประกอบด้วยน้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดิน ดัชนีพื้นที่ใบ และความกว้างทรงพุ่ม สำหรับการวัดพื้นที่ใบใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Area meter) รุ่น LI-3100C (Li-COR, inc. Lincoln, Nebraska, USA) และคำนวณหาดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI) จากสูตร [9]

$$LAI = L/G$$

โดย L คือ พื้นที่ใบทั้งหมด (ตารางเซนติเมตร)

G คือ ขนาดพื้นที่ดินที่พืชขึ้นอยู่ (ตารางเซนติเมตร)

เมื่อชั่งหาค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (Shoot fresh weight) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่งแล้วจึงนำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (Shoot dry weight) เมื่อได้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินแล้ว นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มพืช (Crop growth rate, CGR) และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate, RGR) โดยค่า CGR และ RGR คำนวณได้จากสูตร [9]

$$CGR = (1/G) \times [(W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)]$$

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1)/(T_2 - T_1)$$

โดย G คือ ขนาดพื้นที่ดิน

W คือ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

T คือ จำนวนสัปดาห์หลังย้ายปลูก

W_2 และ W_1 คือ น้ำหนักแห้งของต้นพืชที่เวลา T_2

และ T_1 ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อบัวบกมีอายุ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก มีการสุ่มเก็บตัวอย่างใบของบัวบกจากทุกกรรมวิธีการทดลอง แล้วนำไปอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างแห้งใบไปวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเชียติโค-ไซด์ (Asiaticoside) ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สำหรับดินที่ใช้ในการปลูกนั้น มีการสุ่มเก็บตัวอย่างดินตอนปลูกและเก็บเกี่ยวจากทุกกรรมวิธีทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 ค่าการนำไปฟ้า (Electrical conductivity) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter; OM) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Potassium) สำหรับการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุใช้วิธีการออกซิเดชั่นเปียก (Wet oxidation) ของ Walkly and Black ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่วิเคราะห์ได้สามารถนำไปคำนวณหาค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินได้จากสูตรต่อไปนี้ [10]

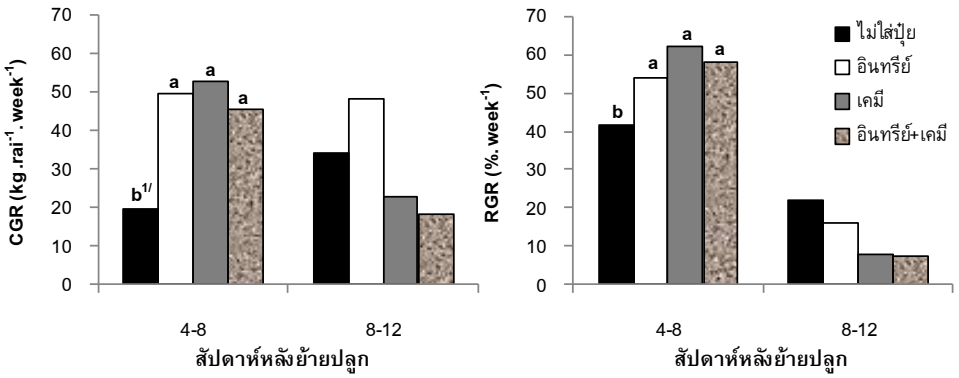
Total Nitrogen (%) = OM (%) x 0.05

ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใช้วิธี Bray II และการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ทำการสกัดด้วยแอมโมเนียมอะซิเตท 1 N ที่ pH 7 [11]

นำข้อมูลการเจริญเติบโตของบัวบกที่ได้จากการเก็บตัวอย่างและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ที่ได้จากการวิเคราะห์ และข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูกที่ได้ทำการวิเคราะห์ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม STATISTIX 8

ผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มพืช (CGR) และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) ของบัวบกที่ได้รับการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันที่อายุ 4 - 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยบัวบกที่มีการใส่ปุ๋ยทั้งสามกรรมวิธีมีค่า CGR และ RGR สูงกว่าบัวบกที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ส่วนค่า CGR และ RGR ของบัวบกที่ได้รับการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันที่อายุ 8-12 สัปดาห์หลังย้ายปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 อิทธิพลของการให้ปุ๋ยที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มพืช (CGR) และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) ของบัวบกที่อายุ 4-8 และ 8-12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หมายเหตุ: 1/ แท่งกราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของบัวบกที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันที่อายุ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูกพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่อายุ 8 และ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกนั้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของบัวบกที่มีการใส่ปุ๋ยทั้งสามกรรมวิธีมีค่าสูงกว่าบัวบกที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย และที่ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของบัวบกที่ได้รับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือบัวบกที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของบัวบกที่อายุ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูกที่ได้รับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีมีค่าสูงที่สุด (ตารางที่ 1)

ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบของบัวบกที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันที่อายุ 4 และ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูกพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่อายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยบัวบกที่มีการใส่ปุ๋ยทั้งสามกรรมวิธีมีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าบัวบกที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 1)

ในส่วนข้อมูลความกว้างทรงพุ่มนั้นพบว่า บัวบกที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันที่อายุ 4 และ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก มีความกว้างทรงพุ่มที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่อายุ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ความกว้างทรงพุ่มของบัวบกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยบัวบกที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์มีความกว้างทรงพุ่มสูงที่สุด คือ 26.08 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับความกว้างทรงพุ่มของบัวบกที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมี ที่มีค่าเท่ากับ 25.00 เซนติเมตร ส่วนบัวบกที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีความความกว้างทรงพุ่มต่ำที่สุดเท่ากับ 19.75 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

สำหรับปริมาณสาร Asiaticoside ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีอยู่ในบัวบกที่ได้ทำการวิเคราะห์ที่อายุ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูกนั้นพบว่า บัวบกที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันมีปริมาณสาร Asiaticoside ที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยบัวบกที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีปริมาณสาร Asiaticoside สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 5.05 มิลลิกรัมใน 1 กรัมผงใบแห้ง รองลงมาคือบัวบกที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.92 มิลลิกรัมใน 1 กรัมผงใบแห้ง ส่วนบัวบกที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และไม่มีการใส่ปุ๋ยมีปริมาณสาร Asiaticoside ที่ต่ำที่สุด (ตารางที่ 1)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินที่ใช้ทำการทดลองในช่วงที่ทำการปลูกและเก็บเกี่ยวพบว่า การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่ได้ทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินในช่วงที่ทำการปลูกบัวบกแตกต่างกันทางสถิติ แต่ pH ของดินในช่วงที่ทำการเก็บเกี่ยวบัวบกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่า pH ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดินที่ใช้ในการปลูกบัวบกนี้มี pH ที่อยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช คือ pH 6.0-7.0 [12] (ตารางที่ 2) ส่วนค่าการนำไปฟ้า (Electrical conductivity) ซึ่งบ่งบอกถึงความเค็มของดินนั้น ในดินทั้งช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยในช่วงที่ปลูก ดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด รองลงมาคือดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แต่สำหรับในช่วงที่เก็บเกี่ยวนั้น ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด รองลงมาคือดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันในงานทดลองนี้มีค่าอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างต่ำ [12] (ตารางที่ 2)

ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ของดินที่ใช้ในการปลูกทั้งช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมีค่าน้อยมาก โดยมีค่าไม่ถึง 1 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินที่ใช้ในการปลูกนี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก [12] โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่มีการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกันในตอนปลูกและเก็บเกี่ยวมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในช่วงปลูกนั้นดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงที่สุด ส่วนช่วงเก็บเกี่ยว ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด (ตารางที่ 2) ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ในดินที่มี

การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันในช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในช่วงปลูก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีค่าสูงที่สุด ส่วนในช่วงเก็บเกี่ยว ดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่ใช้ปลูกในทุกกรรมวิธีการทดลองอยู่ในระดับที่ขาดแคลน (0.025-0.125 %) [13] (ตารางที่ 2)

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ในดินช่วงปลูกและเก็บเกี่ยว ที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ซึ่งปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินที่ใช้ปลูกบัวบกนี้มีค่าที่อยู่ในระดับสูง [13] โดยในช่วงปลูก ดินที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด รองลงมาคือดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนในช่วงเก็บเกี่ยวนั้น ดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด รองลงมาคือดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 2) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) ของดินช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เช่นกัน โดยในช่วงปลูก ดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด รองลงมาคือดินที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนในช่วงเก็บเกี่ยวนั้น ดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด รองลงมาคือดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 2) สำหรับระดับของโพแทสเซียมในดินที่อยู่ในระดับขาดแคลน พอเพียง และสูงจะอยู่ในช่วง 60-78 90-120 และ >156 ppm ตามลำดับ [13]

ตารางที่ 1 อิทธิพลของการให้ปุ๋ยที่มีต่อน้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดิน ดัชนีพื้นที่ใบ และความกว้างทรงพุ่มของบัวบกที่อายุ 4 8 และ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก และปริมาณสาร Asiaticoside ของบัวบกที่อายุ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

ปุ๋ย	น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (kg. rai^{-1})			น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (kg. rai^{-1})			ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index)			ความกว้างทรงพุ่ม (cm)			ปริมาณ Asiaticoside
	4	8	12	4	8	12	4	8	12	4	8	12	(mg g^{-1} dry weight)
ไม่ใส่ปุ๋ย	107	481^{b}	1,387^{c}	19	99^{b}	235^{b}	0.19	0.68^{b}	1.60	13.2	19.3	19.8^{c}	0.924^{c}
อินทรีย์	149	1,284^{a}	3,093^{a}	26	224^{a}	417^{a}	0.29	1.62^{a}	2.37	16.8	23.6	26.1^{a}	1.069^{c}
เคมี	115	1,392^{a}	2,462^{b}	22	256^{a}	326^{ab}	0.19	1.57^{a}	2.07	16.5	23.7	23.3^{b}	2.924^{b}
อินทรีย์+เคมี	108	1,263^{a}	1,970^{bc}	19	202^{a}	276^{b}	0.22	1.36^{a}	1.65	14.4	22.1	25.0^{ab}	5.065^{a}
F-test	ns	*	**	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	**	**
CV	25.34	33.86	17.29	28.49	31.22	18.99	28.16	30.13	25.12	20.42	13.38	6.62	25.3

หมายเหตุ: 1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 อิทธิพลของการให้ปุ๋ยที่มีต่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไปฟ้า (Electrical conductivity) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available K) ของดินในช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวบัวบก

ปุ๋ย	pH		Electrical conductivity (μS.cm^{-1})		Organic matter (%)		Total N (%)		Available P (ppm)		Available K (ppm)	
	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว
ไม่ใส่ปุ๋ย	6.60	6.84^{a}	12.8^{c}	8.4^{d}	0.628^{c}	0.593^{c}	0.0314^{c}	0.0297^{c}	768^{a}	596^{c}	59.2^{b}	27.3^{d}
อินทรีย์	6.56	6.75^{a}	14.2^{b}	18.9^{a}	0.688^{bc}	0.849^{ab}	0.0344^{bc}	0.0424^{ab}	454^{d}	2,099^{a}	51.9^{b}	69.9^{b}
เคมี	6.51	6.80^{a}	24.8^{a}	11.5^{c}	0.807^{a}	0.944^{a}	0.0403^{a}	0.0472^{a}	616^{b}	876^{bc}	132.2^{a}	51.6^{c}
อินทรีย์+เคมี	6.21	6.61^{b}	12.7^{c}	14.6^{b}	0.765^{ab}	0.752^{bc}	0.0382^{ab}	0.0376^{bc}	487^{c}	1,183^{b}	34.0^{c}	85.2^{a}
F-test	ns	**	**	**	*	**	*	**	**	**	**	**
CV	1.65	1.8	1.23	17.3	4.05	22.5	4.05	22.5	1.45	36.4	3.62	23.2

หมายเหตุ: 1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตของบัวบกที่ปลูกในดินทรายร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำภายใต้สภาพอากาศของจังหวัดอุบลราชธานีในช่วงแรก (4-8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก) ที่ได้รับปุ๋ยทั้งสามกรรมวิธีมีการอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าบัวบกที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยซึ่งจะเห็นได้จากค่า CGR และ RGR (ภาพที่ 1) ซึ่งส่งผลต่อมาทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยบัวบกที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมาคือบัวบกที่ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมี และบัวบกที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีการเจริญเติบโตที่ต่ำที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จากค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเมื่อบัวบกอายุ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูก (ตารางที่ 1) ซึ่งที่ 12 สัปดาห์หลังย้ายปลูกเป็นอายุที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวบัวบก [14] โดยสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่ดินในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในช่วงที่เก็บเกี่ยวมีค่าสูงที่สุด โดยความแตกต่างของปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในช่วงเก็บเกี่ยวและช่วงที่ปลูกของดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีค่ามากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.161 % และ 0.006 % ตามลำดับ ซึ่งอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นนี้มีความสำคัญมากในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชของดินโดยช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินในด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ โดยอินทรียวัตถุช่วยปรับปรุงโครงสร้างและความโปร่งซุย (soil tilth) ของดิน เป็นแหล่งของธาตุอาหารสำหรับพืช และสามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ไม่ให้สูญเสียไปได้ง่าย ซึ่งส่งผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น [15], [16], [17] อีกทั้งปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในดินยังมีความสำคัญในการสร้างคลอโรฟิลล์ กรดอะมิโน และโปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของพืชเป็นอย่างมาก [15], [18]

แต่สำหรับข้อมูลปริมาณ Asiaticoside ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีอยู่ในบัวบกที่วิเคราะห์ในการศึกษานี้พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณ Asiaticoside ในส่วนใบของบัวบกสูงที่สุด สาเหตุอาจมาจากการที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมีให้กับดินที่มีอินทรียวัตถุและธาตุอาหารต่ำในการทดลองนี้ ช่วยทำให้การสร้าง Asiaticoside ซึ่งเป็นสารประกอบประเภทไตรเทอร์พีนอยด์ ไกลโคไซด์ (Triterpenoid glycosides) ได้ดีขึ้น เนื่องจากปริมาณการสร้างสารสำคัญของพืชจะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่พืชได้รับ [19], [20] โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีลงไปในดินนั้นน่าจะเป็นการช่วยเพิ่มทั้งอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดินให้มีมากขึ้น โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียมซึ่งมีค่าสูงที่สุดในดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในช่วงที่ทำการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 2)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน ซึ่งมีค่าของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สูงมาก แต่กลับมีปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่ต่ำ จากความไม่สมดุลของธาตุอาหารนี้อาจก่อให้เกิดสภาวะเครียดแก่บัวบก จึงทำให้มีการผลผลิต Asiaticoside สูงขึ้น โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Siddiqui et al. [7] ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักความเข้มข้น 50 % ปริมาณ 1 ลิตร ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 % ของอัตราแนะนำช่วยทำให้สารสำคัญในบัวบกที่ปลูกในประเทศมาเลเซีย ได้แก่ Asiaticoside Madecassoside และ Asiatic acid ในส่วนของใบ ก้านใบและรากมีค่าสูงสุด ทั้งนี้น่าจะเกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (beneficial microorganisms) จุลธาตุ (micronutrients) และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) ที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก ซึ่งร่วมกับมหธาตุ (macronutrients) ที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมีจึงทำให้บัวบกที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีสารสำคัญสูงที่สุด

สรุปและเสนอแนะ

จากการศึกษาการปลูกบัวบกในดินทรายร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำภายใต้สภาพอากาศของจังหวัดอุบลราชธานีพบว่าการให้ปุ๋ยทำให้อัตราการเจริญเติบโตของบัวบกเพิ่มขึ้น โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์คือปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือน โดยแต่ละครั้งใส่ในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

ทำให้บัวบกมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (vegetative growth) สูงที่สุด แต่สำหรับปริมาณ Asiaticoside ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีอยู่ในบัวบก กลับพบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณ Asiaticoside ในส่วนใบของบัวบกสูงที่สุด ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวอาจเพียงพอสำหรับการปลูกบัวบกของเกษตรกรที่ต้องการขายเฉพาะผลผลิตสด แต่สำหรับเกษตรกรที่ต้องการปลูกบัวบกเพื่อขายผลผลิตแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตยาสมุนไพร อาจต้องคำนึงถึงปริมาณสารสำคัญด้วย จึงควรมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมีให้แก่ดินที่ใช้ในการปลูกบัวบก ซึ่งในการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในแต่ละครั้งอัตรา 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่ผสมแกลบในแต่ละครั้งอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ก่อนปลูกและหลังย้ายปลูก 1 เดือนทำให้ปริมาณ Asiaticoside เพิ่มขึ้นสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผู้สนับสนุนเงินทุนสำหรับทำงานวิจัยในครั้งนี้ โดยงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้คณะเกษตรศาสตร์ ประจำปี พ.ศ.2557 ในโครงการการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb.) ที่ปลูกโดยใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี

เอกสารอ้างอิง

[1] สาระพรรณ์. 2554. “บัวบก อาหารของสมอง”. ใน **ปลูกผักข้างรั้วไม่ต้องกลัวสารพิษ.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดีดี.

[2] จงจิตต์ สังข์ทอง, นิตยา ขวัญนู, ผ่องศรี หนูนุ้ย, มัลลิกา นิ่มนวล, วัลย์วลี แก่นลา, วิราวรรณ บุญอุทัย, วิไล พลพันธ์, สุทธิรา ขานถม, สุปราณี ขานทะราชา, พนมพร สารพิศ และแก้วสรรค์ ฤทธิ์เปี่ยม. 2547. **รายงานการวิจัยการศึกษาการปลูกผักบัวบกในเชิงธุรกิจของชุมชนบ้านวังยาง ต. บุ่งหวาย อ. วาริน - ชำราบ จ. อุบลราชธานี.** คณะวิทยาการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

[3] บุญส่ง เอกพงษ์ และทวีศักดิ์ วิยะชัย. 2550. **รายงานการวิจัยการผลิตเมล็ดบัวบก (*Centella asiatica (L.) Urb.*) คุณภาพสูงสำหรับเกษตรกรชุมชนบ้านวังยาง อ.วาริน ชำราบ จ.อุบลราชธานี**. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

[4] กิตติภณ เรืองแสน. 2556. **เกษตรกรบ้านวังยางอยู่อย่างพอเพียงเลี้ยงชีพด้วยการปลูกบัวบกขายสร้างรายได้งดงาม**, หนังสือพิมพ์บ้านเมือง.http://www.banmuang.co.th/oldweb/2013/04/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%AD/.15 กรกฎาคม.

[5] รักษ์ พฤกษชาติ. 2550. “บัวบก ปลูกในนาที่นครศรีธรรมราช”. ใน **ผักพื้นบ้านคู่มือการปลูกเชิงการค้า**. กรุงเทพ ฯ: นีออนบุ๊คมีเดีย.

[6] อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2551. **ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[7] Siddiqui, Y., Islam, T.M., Naidu, Y., and Meon, S. 2011. “The Conjunctive Use of Compost Tea and Inorganic Fertilizer on the Growth, Yield and Terpenoid Content of *Centella asiatica (L.) Urban*”. **Scientia Horticulturae** 130: 289-295.

[8] อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, ประภาพร ตั้งกิจโชติ และปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2552. “การผลิตบัวบกในระบบเกษตรอินทรีย์”. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 40 (3)(พิเศษ): 205-208.

[9] เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่ (Crop physiology)**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

[10] สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน

[11] มานัส ลอศิริกุล และนพมาศ นามแดง. 2545. **บทปฏิบัติการความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. อุบลราชธานี: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

[12] อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2554. **ดินเพื่อการปลูกพืช**. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[13] มงคล ต๊ะอุ่น. 2548. **เทคนิคและการวิเคราะห์: ในห้องปฏิบัติการดิน พืช น้ำ และปุ๋ย**. ขอนแก่น: ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[14] บุญส่ง เอกพงษ์. 2552. **รายงานทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมฉบับสมบูรณ์โครงการการสำรวจวัฒนธรรมการปลูกผักพื้นบ้านเชิงเศรษฐกิจในจังหวัดอุบลราชธานี**. อุบลราชธานี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

[15] อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility)**. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[1 6] Tisdall, J.M., and Oades, J.M. 1982. “Organic matter and water-stable aggregates in soils”. **Journal of Soil Science** 33: 141-163.

[17] Oades, J.M. 1984. “Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management”. **Plant and soil** 76: 319-337.

[18] Zhao, D., Reddy, K.R., Kakani, V.G., and Reddy, V.R. 2005. “Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum”. **European Journal of Agronomy** 22: 391-403.

[19] Murshidul, H., Ajwa, H., and Mou, B. 2004. “Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer effects on nutritional composition of lettuce”. 101st Annual international conference of the American society for Horticultural Science, Austin, Texus. **Horticultural Science** 39(4): 872.

[20] Prasad, M.N.V. 2008. **Trace element as contaminants and nutrients consequences in ecosystem and human health.** London: Wile**.**