

ผลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพ ของมะละกอพันธุ์แขกดำศรีสะเกษ

Effects of Bioextracts on Growth and Yield of Papaya

ภัทรพล จังสถิตย์กุล และ รัชฎาพิสิษฐ์ พวงจิก

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

นฤมล วชิรปัทมา

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำศรีสะเกษ เพื่อหาอัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากผักกวางตุ้งและปลาป่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของมะละกอ โดยรดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี 15-15-15 น้ำสกัดชีวภาพจากผักกวางตุ้ง น้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น ในอัตราส่วน 1:250 1:500 1:1,000 (น้ำสกัดชีวภาพ:น้ำ โดยปริมาตร) สัปดาห์ละหนึ่งครั้ง และการรดด้วยน้ำ เป็นสิ่งทดลองควบคุม วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) มี 8 สิ่งทดลอง จำนวน 4 แปลง พบว่า ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบของมะละกอตลอดระยะเวลา 8 เดือนหลังย้ายปลูกไม่มีความแตกต่างทางสถิติในสิ่งทดลอง อย่างไรก็ตาม จำนวนผล น้ำหนักผล และน้ำหนักผลรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นมะละกอที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:250 ให้จำนวนผล และน้ำหนักผลรวมสูงที่สุด เท่ากับ 9.0 ผลและ 6.92 กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี ส่วนน้ำหนักผลของต้นมะละกอที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักมากที่สุด คือ 841.8 กรัม ซึ่งก็ไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:250 ส่วนขนาดผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดินหลังย้ายปลูกมะละกอ 8 เดือน มีปริมาณไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดินที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 มีอินทรียวัตถุต่ำที่สุดคือ 6.40% และดินที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมีมีค่า pH ลดลงมากที่สุดจาก pH 7.1 เป็น 6.23 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสิ่งทดลองอื่น ดังนั้นการใช้น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:250 มีแนวโน้มต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะละกอใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ยเคมี

คำสำคัญ: น้ำสกัดชีวภาพ มะละกอพันธุ์แขกดำศรีสะเกษ ผักกวางตุ้ง

Abstract

The effects of bioextracts on the growth, yield and quality of *Carica papaya* cv. Khaekdam-srisaket had been studied for appropriate ratios of Chinese green mustard and fish meal bioextracts affecting the growth and yield of papaya. The papaya plants were treated once a week with 15-15-15 fertilizer solution, bioextracts from Chinese green mustard and fish meal at the ratios of 1:250, 1:500 and 1:1,000 (bioextract:water, v/v) while water was the control treatment. The experiment was designed in RCBD with 8 treatments and 4 blocks. The results indicated that stem height, stem diameter, and the leaf number were not significantly different among the treatments during 8 months after transplanting. However, the number of fruits, the fruit weight and the total yield were significantly different among the treatments. The use of bioextract from the Chinese green mustard at 1:250 gave the highest fruit number and the total yield of 9.00 and 6.92 kg, respectively, which were not significantly different from the application of fertilizer solution. The fruit weight from the fertilizer solution treatment was the highest (841.8 g) and was not significantly different from the use of Chinese green mustard bioextract at the ratio of 1:250. The fruit size and total soluble solids (TSS) were not significantly different among the treatments. Percentages of N (3.80-4.15%), P (0.23-0.25%) and K (3.89-4.68%) in the papaya leaf were not significantly different among the treatments. For soil analysis after 8 month transplanting, N percentages were not significantly different among the treatments. The use of bioextract from Chinese green mustard at the ratio of 1:250 gave the lowest quantity of organic matter (6.40%). In addition, the soil pH was significantly decreased from 7.1 to 6.3 after the use of fertilizer solution. Therefore, using the bioextract from Chinese green mustard at the ratio of 1:250 and fertilizer solution gave the similar growth rate and yield of papaya.

Keywords: Bioextracts, *Carica papaya*, Chinese green mustard

1. บทนำ

มะละกอ (papaya) *Carica papaya* L. เป็นไม้ผลเมืองร้อนที่รู้จักและนิยมนับถือกันทั่วประเทศ ไทยทั้งในรูปผลสุกและดิบ และสามารถนำผลดิบไปแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด โดยเฉพาะส้มตำมะละกอมักมีการปลูกกันอย่างมากในพื้นที่ทั่วประเทศ

โดยเฉพาะในเขตภาคกลางที่มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ออกดอกติดผลได้ตั้งแต่ปีแรกที่เริ่มปลูก ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี เป็นแหล่งสร้างรายได้สำหรับชาวสวนมีบางส่วนปลูกในลักษณะแปลงใหญ่แบบอุตสาหกรรมส่งออก เช่น เม็กซิโก และมาเลเซีย เป็นต้น นอกจากนั้นยังใช้แปรรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อาหาร เครื่องสำอาง

เครื่องดื่มน้ำ ของคอกเลี้ยง และอาหารสุขภาพ เป็นต้น [1] ด้วยเหตุผลเหล่านี้เองทำให้มะละกอเป็นพืชเศรษฐกิจระหว่างประเทศ[2] และเป็นอันดับสองรองจากลำไยและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ[3] จากการที่ความต้องการผลผลิตมีเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการที่มะละกอสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปีทำให้ต้นมะละกอต้องใช้ธาตุอาหารในดินเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการผลิดอกออกผลและมีปริมาณผลผลิตเพียงพอความต้องการของตลาด ดังนั้นหากต้องการปลูกมะละกอให้ได้ผลผลิตสูงจึงจำเป็นต้องใช้ปัจจัยในการผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วยไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีสังเคราะห์ต่างๆ ส่งผลทำให้ดินเลวลง ผลผลิตปนเปื้อนสารเคมีและยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งปัจจัยการผลิตนับวันจะมีราคาเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นจนเกษตรกรต้องประสบกับภาวะขาดทุน[4] นอกจากนี้การใช้เพียงปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก เป็นต้น ให้กับมะละกอปีละ 1-2 ครั้งนั้นต้องใช้ในปริมาณมากประมาณ 2.56 ตัน/ไร่/ปี และใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย[5] โดยขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นอีกเช่นกัน และหากใช้แต่ปุ๋ยเคมีสภาพดินจะเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว อาจทำให้ไม่สามารถปลูกมะละกอซ้ำที่เดิมได้ เนื่องจากสภาพดินในพื้นที่เดิมสูญเสียธาตุอาหารไปมากรวมทั้งเป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง จากปัญหาดังกล่าวแนวทางหนึ่งคือการใช้น้ำสกัดจากพืชและสัตว์มาเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตให้กับมะละกอโดยการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ลง

น้ำสกัดชีวภาพคือสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์โดยผ่านกระบวนการหมักภายในน้ำสกัดชีวภาพประกอบไปด้วย ธาตุอาหาร

กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ และจุลินทรีย์ซึ่งมีประโยชน์ต่อพืช และจุลินทรีย์ภายในดิน มีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุภายในดินเร็วขึ้น เกิดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น[6] ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก (Macronutrient) ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชจากการวิเคราะห์ของนฤมล และ เขียวพา[7] พบว่าน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากผักกวางตุ้ง และปลาป่นมีปริมาณธาตุอาหารสูงที่สุดในน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับน้ำสกัดชีวภาพอื่นๆ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกใช้น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากผักกวางตุ้งและปลาป่นในการปลูกมะละกอ

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งและปลาป่นต่อการเจริญเติบโตของพืชมาบ้างแล้ว จากการทดลองต่างๆ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและการทดลองใช้วิธีปลูกแบบไร้น้ำ เพื่อกำจัดอิทธิพลของดินออกไป ทำให้ทราบว่าน้ำสกัดชีวภาพนั้นช่วยลดปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชได้อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพกับการปลูกมะละกอในดินก็เป็นอีกการทดลองที่น่าสนใจเนื่องจากดินมีอินทรีย์วัตถุร่วมอยู่ด้วยและในน้ำสกัดชีวภาพมีองค์ประกอบหลายอย่างที่น่าจะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหรือสารอื่นๆภายในดิน ทำให้การใช้ประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพมีประสิทธิภาพมากกว่าการปลูกลงวัสดุปลูก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการทดลองถึงการใช้น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการหมักผักกวางตุ้ง และจากปลาป่น ในอัตราส่วนต่างๆต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ เพื่อใช้น้ำสกัดชีวภาพได้อย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้ง ทำการหมักผักกวางตุ้งกับกากน้ำตาล อัตราส่วน 3 : 1 (โดยน้ำหนัก) โดยหั่นผักกวางตุ้ง (ใช้ทั้งใบและต้น) เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วผสมกับกากน้ำตาลในอัตราส่วนดังกล่าว คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วนำไปใส่ในถังหมักที่ปิดสนิท เป็นเวลานาน 6 เดือน

น้ำสกัดชีวภาพปลาป่น ทำการหมักปลาป่นกับกากน้ำตาลและน้ำ ในอัตราส่วน 3: 1.5 : 4 (โดยน้ำหนัก) โดยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วนำไปใส่ในถังหมักที่ปิดสนิท เป็นเวลานาน 6 เดือน

2.2 วิธีการปลูกและการดูแลรักษามะละกอ

1) ขุดหลุมปลูกขนาด 30×30×30 เซนติเมตร นำวัสดุปลูก ใบก้ามปู:ปุ๋ยคอก:แกลบ อัตราส่วน 1:1:1 (โดยปริมาตร) ปูนขาว 200 กรัมและ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 100 กรัม คลุกเคล้ากับดินบริเวณหลุมให้เข้ากันพร้อมปลูก นำดินในแปลงไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร pH และ EC ในดินก่อนและหลังปลูกมะละกอ

2) นำเมล็ดมะละกอพันธุ์แขกดำศรีสะเกษ แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 วัน แล้วนำไปเพาะลงในกระบะพลาสติกโดยมีส่วนผสมของวัสดุปลูกลงในทรายละเอียด:ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) เมื่อมีใบจริงจึงทำการย้ายปลูกลงในกระถางพลาสติก ขนาด 4 นิ้ว กระถางละ 3 ต้น ซึ่งบรรจุวัสดุปลูกผสมของ ใบก้ามปูหมัก:ปุ๋ยคอก: ขุยมะพร้าว:ทราย : ถ่านแกลบ อัตราส่วน 2:1:1:1:1 (โดยปริมาตร) จนต้นมีอายุประมาณ 1 เดือนหรือมีใบจริงประมาณ 6-7 ใบ และต้นมีความสูง 8-9 เซนติเมตร จึงย้ายปลูกลงหลุมปลูกที่เตรียมไว้ข้างต้น รดน้ำต้นกล้ามะละกอ

ด้วยน้ำอีก 1 สัปดาห์เพื่อให้ต้นตั้งตัวก่อนทำการทดลอง

3) ทำการรดต้นมะละกอตามสิ่งทดลอง สัปดาห์ละครั้งช่วงเย็นโดยรดหลุมละ 1 ลิตร ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 น้ำ (control)

สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา ปุ๋ย 10 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร

สิ่งทดลองที่ 3 น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้ง อัตราส่วน 1:250 (น้ำสกัดชีวภาพ:น้ำ)

สิ่งทดลองที่ 4 น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้ง อัตราส่วน 1:500

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้ง อัตราส่วน 1:1,000

สิ่งทดลองที่ 6 น้ำสกัดชีวภาพปลาป่น อัตราส่วน 1:250

สิ่งทดลองที่ 7 น้ำสกัดชีวภาพปลาป่น อัตราส่วน 1:500

สิ่งทดลองที่ 8 น้ำสกัดชีวภาพปลาป่น อัตราส่วน 1:1,000

หลังจากย้ายปลูกมะละกอได้ 2 เดือน เลือกต้นสมบูรณ์และเป็นต้นกระเทยเพียง 1 ต้น/หลุม โดยสังเกตได้จากดอกและขนาดของต้นและรดด้วยน้ำปุ๋ยเคมีและน้ำสกัดชีวภาพสัปดาห์ละครั้งในช่วงเย็นหลุมละ 2 ลิตรจนเสร็จสิ้นการทดลอง เมื่อต้นมะละกออายุ 90 วัน นำไปมะละกอไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) และเมื่อต้นมะละกออายุ 6 เดือน เริ่มให้ผล ทำการเก็บผลที่มีความสุกแก่ประมาณ 5% จนต้นมะละกออายุ 10 เดือน นำผลมะละกอที่เก็บได้แต่ละครั้งไปวิเคราะห์

2.3 แผนการทดลอง

แผนการทดลองแบบบล็อกคู่สมบูรณ์ (RCBD) มี 8 สิ่งทดลอง ที่มีบล็อก (แปลง) จำนวน 4 แปลงแต่ละแปลงปลูกเป็นแถวเดี่ยวมีขนาด 2.5x50 เมตร สิ่งทดลองหนึ่งๆจะถูกกำหนดให้กับต้นมะละกอ จำนวน 2 ต้น (1 ซ้ำเท่ากับ 2 ต้น) ในแต่ละแปลง โดยมีระยะห่างระหว่างต้น 2.5 เมตร

2.4 การบันทึกผลการทดลอง

1) การเจริญเติบโตต้นลำต้นมะละกอ

- ความสูง
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น
- จำนวนใบ

2) การให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต เมื่อต้นมะละกออายุประมาณ 6 เดือน มะละกอให้ผลผลิต ทอยเก็บผลที่มีความสุกแก่ประมาณ 5% จนต้นมะละกออายุ 10 เดือน บันทึกผลดังนี้

- จำนวนผลต่อต้น โดยนับเฉพาะผลที่มีความยาวตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป
- น้ำหนักผล
- ความกว้างผล
- ความยาวผล
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

3) ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบมะละกอ เมื่อต้นอายุ 3 เดือนหลังย้ายปลูกและปริมาณธาตุอาหารหลักในดินก่อนปลูกและหลังปลูก 8 เดือน โดยวิเคราะห์ N ด้วยวิธี kjeldahl P ด้วยวิธี visible spectrophotometry และ K ด้วยวิธี atomic adsorption spectrophotometry

2.5 สถานที่ทดลอง

โรงเรียนและแปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยี การเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ต. คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี

2.6 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลา 1 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549



รูปที่ 1 สภาพแปลงปลูกมะละกอหลังย้ายปลูก 3 เดือน

3. ผลการทดลอง

3.1 การเจริญเติบโตต้นลำต้น

3.1.1 ความสูง

ความสูงของต้นมะละกอดังแต่ย้ายปลูก จนถึง 8 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อรดด้วย น้ำ สารละลายปุ๋ยเคมี หรือน้ำ สกัดชีวภาพ โดยความสูงของต้นมะละกอในเดือนที่ 1 4 และ 8 หลังย้ายปลูกมีความสูงอยู่ในช่วง 35.88–40.25, 181.13–202.56, และ 251.67–273.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

3.1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมะละกอให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความสูงต้น กล่าวคือตลอดระยะเวลา 8 เดือนหลังปลูก พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นมะละกอที่รดด้วย น้ำ สารละลายปุ๋ยเคมี หรือน้ำสกัดชีวภาพ ไม่มีความ

แตกต่างทางสถิติ โดยพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของลำ
ต้นมะละกอในเดือนที่ 1 4 และ 8 หลังการย้ายปลูก มี

ค่าอยู่ในช่วง 1.46–1.66, 10.30–11.17 และ 10.72–
11.84 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ความสูงของต้นมะละกอที่รดด้วยสิ่งทดลองต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	อายุหลังย้ายปลูก (เดือน)		
	1	4	8
control (น้ำเปล่า)	36.50	190.99	260.63
สารละลายปุ๋ยเคมี	36.88	196.25	256.25
ผักกวางตุ้ง 1 : 250	36.31	194.06	253.50
ผักกวางตุ้ง 1 : 500	37.13	181.13	255.63
ผักกวางตุ้ง 1 : 1,000	40.25	197.38	273.00
ปลาป่น 1 : 250	36.38	200.25	251.67
ปลาป่น 1 : 500	35.88	191.94	257.83
ปลาป่น 1 : 1,000	38.13	202.56	272.33
F-test	ns	ns	ns
C.V.(%)	10.31	8.72	8.99

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นมะละกอที่รดด้วยสิ่งทดลองต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	อายุหลังย้ายปลูก (เดือน)		
	1	4	8
control (น้ำเปล่า)	1.46	10.84	11.35
สารละลายปุ๋ยเคมี	1.56	11.17	11.84
ผักกวางตุ้ง 1 : 250	1.51	10.92	10.84
ผักกวางตุ้ง 1 : 500	1.47	10.30	11.40
ผักกวางตุ้ง 1 : 1,000	1.66	10.98	11.36
ปลาป่น 1 : 250	1.51	10.97	11.38
ปลาป่น 1 : 500	1.48	10.52	11.32
ปลาป่น 1 : 1,000	1.54	10.99	10.72
F-test	ns	ns	ns
C.V.(%)	12.12	9.67	8.32

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.1.3 จำนวนใบ

จำนวนใบของมะละกอตลอดระยะเวลา 8 เดือนหลังการย้ายปลูกพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง

ลำต้น โดยจำนวนใบของต้นมะละกอในเดือนที่ 1 4 และ 8 หลังย้ายปลูกมีจำนวนใบอยู่ในช่วง 14.5-15.5, 23.1-24.6 และ 9.2-14.8 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนใบของต้นมะละกอที่รดด้วยสิ่งทดลองต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	อายุหลังย้ายปลูก (เดือน)		
	1	4	8
control (น้ำเปล่า)	14.9	24.3	14.8
สารละลายปุ๋ยเคมี	15.0	24.1	10.6
ผักกวางตุ้ง 1 : 250	15.3	24.5	12.0
ผักกวางตุ้ง 1 : 500	15.0	22.6	12.5
ผักกวางตุ้ง 1 : 1,000	15.5	24.6	13.0
ปลาป่น 1 : 250	14.5	24.0	9.2
ปลาป่น 1 : 500	14.8	23.5	13.3
ปลาป่น 1 : 1,000	15.0	23.1	11.9
F-test	ns	ns	ns
C.V.(%)	6.5	9.9	20.5

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 ปริมาณและคุณภาพผลผลิต

3.2.1 ปริมาณผลผลิต

จำนวนผลต่อต้นพบว่า ต้นมะละกอที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 9.00 ผล/ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ ต้นมะละกอที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี

น้ำหนักผลพบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต้นมะละกอที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้น้ำหนักผลมากที่สุด คือ 841.80 กรัม/ผล ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ต้นมะละกอที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 และน้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:250 ที่มีน้ำหนักผลเท่ากับ 790.20 และ 675.00 กรัม/ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลผลิตมะละกอลูกจากต้นที่รดด้วยสิ่งทดลองต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	จำนวนผล (ผล/ต้น) ^{1/}	น้ำหนัก	น้ำหนัก
		ผล (กรัม) ^{1/}	ผลรวม (กก./ต้น) ^{1/}
control(น้ำเปล่า)	3.17 ^d	655.80 ^{bc}	2.37 ^d
สารละลายปุ๋ยเคมี	7.67 ^{ab}	841.80 ^a	6.67 ^a
ผักกวางตุ้ง 1 : 250	9.00 ^a	790.20 ^{ab}	6.92 ^a
ผักกวางตุ้ง 1 : 500	7.00 ^{abc}	565.80 ^{cd}	4.03 ^b
ผักกวางตุ้ง 1 : 1,000	5.17 ^{bcd}	640.00 ^{bc}	2.76 ^{cd}
ปลาป่น 1 : 250	4.25 ^{cd}	675.00 ^{abc}	2.94 ^{cd}
ปลาป่น 1 : 500	6.13 ^{abcd}	446.30 ^d	2.73 ^{cd}
ปลาป่น 1 : 1,000	6.13 ^{abcd}	640.56 ^{bc}	3.72 ^{bc}
F-test	*	*	*
C.V.(%)	26.42	12.42	13.27

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2.2 คุณภาพผลผลิต

ขนาดผลมะละกอ พบว่า ทั้งความกว้างและความยาวของผลมะละกอลูกจากต้นที่รดด้วย น้ำ สารละลายปุ๋ยเคมี และน้ำสกัดชีวภาพ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพบว่า มีค่าความกว้างอยู่ในช่วง

4.66–5.97 เซนติเมตร และมีความยาวผลอยู่ในช่วง 20.18–25.42 เซนติเมตร ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน โดยพบว่า มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อยู่ในช่วง 10.00–12.00 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณภาพผลผลิตจากต้นที่รดด้วยสิ่งทดลองต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ขนาดผล		TSS (°Brix)
	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	
control(น้ำเปล่า)	5.41	22.90	11.33
สารละลายปุ๋ยเคมี	5.97	25.42	12.00
ผักกวางตุ้ง 1 : 250	5.80	24.96	11.80
ผักกวางตุ้ง 1 : 500	4.66	23.66	10.60
ผักกวางตุ้ง 1 : 1,000	4.70	20.89	10.77
ปลาป่น 1 : 250	5.25	24.89	10.00
ปลาป่น 1 : 500	5.50	20.18	12.00
ปลาป่น 1 : 1,000	5.58	21.07	10.57
F-test	ns	ns	ns
C.V.(%)	13.90	11.44	4.72

รูปที่ 2 ต้นที่รดด้วยน้ำสกัดผักกวางตุ้งอัตราส่วน
1:250

3.3 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในใบ และดินปลูก

3.3.1 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในใบ

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักที่ได้จากใบมะละกอ พบว่า ไนโตรเจน(%N) ฟอสฟอรัส (%P) และโพแทสเซียม (%K) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นมะละกอที่รดด้วยน้ำ สารละลายปุ๋ยเคมี และน้ำสกัดชีวภาพ พบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบอยู่ในช่วง 3.80–4.15%, 0.23–0.25% และ 1.67–2.12% ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ได้จากใบมะละกอ

สิ่งทดลอง	%N	%P	%K
control(น้ำเปล่า)	4.07	0.25	2.12
สารละลาย			
ปุ๋ยเคมี	3.89	0.25	1.97
ผักกวางตุ้ง 1:250	4.10	0.24	1.96
ผักกวางตุ้ง 1:500	4.13	0.24	1.97
ผักกวางตุ้ง			
1:1,000	3.80	0.25	2.01
ปลาป่น 1:250	4.15	0.25	2.01
ปลาป่น 1:500	3.93	0.23	1.67
ปลาป่น 1:1,000	4.06	0.25	2.12
F-test	ns	ns	ns
C.V.	7.68	11.33	9.78

ns ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.2 ผลการวิเคราะห์ดินปลูกมะละกอ

จากการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกมะละกอ พบว่า มี ไนโตรเจน 0.12% ฟอสฟอรัส 0.008% โพแทสเซียม 0.045% อินทรีย์วัตถุ 2.00% และ ค่า pH เท่ากับ 7.1 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ดินหลังย้ายปลูกมะละกอลงแปลงได้ 8 เดือน พบว่า

ไนโตรเจน (%N) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดินที่รดด้วยน้ำ สารละลายปุ๋ยเคมี น้ำ สกัดชีวภาพ พบปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในช่วง 0.39%-0.51%

ฟอสฟอรัส (%P) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดินที่รดด้วยสารละลาย ปุ๋ยเคมีมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด เท่ากับ 0.080% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินที่ รดด้วย น้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:250 น้ำ สกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:1,000 น้ำเปล่า น้ำ สกัดชีวภาพผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:250 และ

1:500 โดยพบปริมาณฟอสฟอรัสในดินเท่ากับ 0.053%, 0.044% 0.041%, 0.033% และ 0.032% ตามลำดับ

โพแทสเซียม (%K) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับฟอสฟอรัส โดยดินที่รดด้วยสารละลาย ปุ๋ยเคมีมีปริมาณ โพแทสเซียมมากที่สุด เท่ากับ 0.068% ซึ่งมีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินที่รดด้วย น้ำ สกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:1,000 น้ำสกัด ชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:500 น้ำสกัดชีวภาพ ผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:500 1:250 น้ำสกัดชีวภาพ ปลาป่นอัตราส่วน 1:1,000 น้ำเปล่า และน้ำสกัด ชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน 1:250 โดยพบปริมาณ โพแทสเซียมในดินเท่ากับ 0.043%, 0.043%, 0.040%, 0.026%, 0.025%, 0.024% และ 0.022% ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณธาตุอาหารหลัก %อินทรีย์วัตถุ pH ของดินหลังปลูกมะละกอ 8 เดือน

สิ่งทดลอง	%N	%P ^{L/}	%K ^{L/}	%OM ^{L/}	pH ^{L/}
ก่อนปลูก	0.12	0.008	0.045	2.00	7.1
control	0.51	0.041 ^{bc}	0.024 ^b	9.13 ^{ab}	6.97 ^{ab}
สารละลายปุ๋ยเคมี	0.48	0.080 ^a	0.068 ^a	6.80 ^c	6.23 ^c
ผักกวางตุ้ง 1:250	0.41	0.033 ^{bc}	0.026 ^b	6.40 ^c	6.97 ^{ab}
ผักกวางตุ้ง 1:500	0.40	0.032 ^{bc}	0.040 ^b	7.67 ^{bc}	7.07 ^{ab}
ผักกวางตุ้ง 1:1,000	0.49	0.044 ^{bc}	0.043 ^b	10.20 ^a	6.93 ^{ab}
ปลาป่น 1:250	0.44	0.053 ^b	0.022 ^b	9.30 ^{ab}	6.97 ^{ab}
ปลาป่น 1:500	0.39	0.024 ^c	0.043 ^b	7.70 ^{bc}	7.13 ^a
ปลาป่น 1:1,000	0.42	0.031 ^c	0.025 ^b	7.40 ^{bc}	6.90 ^b
F-test	ns	*	*	*	*
C.V.	19.10	22.38	22.62	11.89	1.61

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{L/} ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันจะแตกต่างกันตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า ดินที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:1,000 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.20% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับดินที่รดด้วยน้ำเปล่าและดินที่รดด้วยน้ำสกัดปลาป่นอัตราส่วน 1:250 โดยมีค่าเท่ากับ 9.13% และ 9.30% ตามลำดับ โดยดินที่รดด้วย น้ำสกัดผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุดเท่ากับ 6.40%

ค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าดินที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี มีค่า pH น้อยที่สุดคือ 6.23 โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกสิ่งทดลอง โดยดินที่รดด้วยน้ำเปล่า น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 1:500 1:1,000 และน้ำสกัดชีวภาพปลาป่นอัตราส่วน

1:250 1:500 1:1,000 มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.90-7.10 (ตารางที่ 7)

4. วิจัยรณัผลการทดลอง

จากการเจริญเติบโตด้านลำต้น พบว่า ทั้งความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบตลอดระยะเวลาทั้ง 8 เดือนนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการทดลองของ [11] กล่าวว่า ไนโตรเจนมีผลทำให้ขนาดเส้นรอบวงของลำต้นมะละกอเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น [12] พบว่า การเพิ่มอัตราฟอสฟอรัส มีผลทำให้มะละกอมีความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเพิ่มขึ้นทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วน [13] พบว่า การใส่ปุ๋ยโปแตสเซียม มีอิทธิพลต่อขนาดเส้น

ผ่านศูนย์กลางลำต้น จากการทดลองที่ได้กล่าวข้างต้น และเมื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในใบเมื่ออายุ 4 เดือนหลังย้ายปลูกก็พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นั่นก็หมายความว่าปริมาณธาตุอาหารหลักนั้นเพียงพอและอยู่ในระดับเดียวกันที่พอจะทำให้ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลา 8 เดือนหลังย้ายปลูก น่าจะเป็นอิทธิพลจากการเตรียมหลุมดี ดินร่วนโปร่ง ธาตุอาหารเพียงพอที่จะเจริญเติบโต พืชจะตั้งตัวได้เร็ว และเจริญเติบโตสม่ำเสมอ[8] โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้ ใบก้ามปู ปุ๋ยคอก แกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร ปูนขาว 200 กรัม และปุ๋ยเคมี 15-15-15 100 กรัม ผสมกับดินเตรียมหลุมปลูก

เมื่อต้นมะละกออายุ 4 เดือนหลังการย้ายปลูก จะเริ่มทยอยออกดอก และเมื่ออายุ 6 เดือน ขนาดของผลแรกจะใหญ่เต็มที่(โดยสามารถนับจำนวนผลได้ตั้งแต่ช่วงนี้เป็นต้นไป) แล้วจะทยอยสุกซึ่งจะเก็บผลที่มีความสุก 5% จากผลการทดลอง พบว่า ต้นมะละกอที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:250 ให้จำนวนผล น้ำหนักผล และ น้ำหนักผลรวม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่รดสารละลายปุ๋ยเคมี และยังสอดคล้องกับ [9] ที่สรุปไว้ว่า การใช้น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้ง 1:250 ทดแทนสารละลายธาตุอาหารอีกครั้งหนึ่งในการปลูกมะละกอแบบไร้ดิน เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและมีแนวโน้มให้ผลผลิตของมะละกอโดยสูงกว่าสิ่งทดลองที่ให้น้ำสกัดชีวภาพอื่นๆ เนื่องจาก ภายในน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้ง มี กรดอะมิโนที่พืชสามารถดูดซับและนำไปใช้ได้โดยตรง และบางส่วนก็เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ดินนั่นคือที่ความเข้มข้นมากขึ้นจะมีปริมาณกรดอะมิโนมากขึ้น กรดอินทรีย์ โดยเฉพาะกรดฮิวมิกที่ช่วยในการดูดซับธาตุ

อาหารรวมไปถึงการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH (pH buffer) สารควบคุมการเจริญเติบโต [6] กล่าวว่าปริมาณฮอร์โมนพืชในน้ำสกัดชีวภาพที่หมักจากเศษพืชจะมีปริมาณจิบเบอเรลลิน (gibberellin) สูงกว่าน้ำสกัดชีวภาพที่หมักจากสัตว์ซึ่งมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตพืชอย่างชัดเจน โดยฮอร์โมนจิบเบอเรลลินจะกระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการออกดอก เปลี่ยนเพศในดอกพืชบางชนิด เพิ่มการติดผล ยึดข้อผล [10] นั่นคือน้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งมีปริมาณจิบเบอเรลลินมากกว่าน้ำสกัดชีวภาพปลาป่น และธาตุอาหารพืชซึ่งไม่น่าจะเป็นผลจากกรณีนี้เพราะมีปริมาณที่ต่ำมาก [7] กล่าวโดยรวมแล้วน้ำสกัดชีวภาพมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงสภาพทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน ซึ่งจะส่งเสริมการเจริญเติบโตต่อพืชทั้งโดยตรงและทางอ้อม โดยพืชสามารถใช้สารอินทรีย์และอนินทรีย์จากน้ำสกัดผักกวางตุ้งได้โดยตรง [6]และเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นแต่ไม่ควรเป็นกรดมากเกินไปให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ปริมาณกรดอะมิโน และสารต่างๆมีปริมาณเพียงพอมีประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ภายในดิน ทำให้จุลินทรีย์เหล่านั้นทำงานได้ดี และจากการใช้น้ำสกัดชีวภาพผักกวางตุ้งอัตราส่วน 1:250 พบธาตุอาหารในดินน้อยกว่าการใช้สารละลายปุ๋ยเคมี แต่ให้ผลดีเทียบเท่าปุ๋ยเคมีนั้น น่าจะเกิดจากการดูดซับปุ๋ยธาตุอาหารเอาไว้ของกรดฮิวมิกและยังไม่ปลดปล่อยปุ๋ยธาตุอาหารออกมาจึงวิเคราะห์ไม่พบ ซึ่งจะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ (slow release) และอาจเป็นได้ว่าจุลินทรีย์นำธาตุอาหารไปใช้ในกิจกรรมของมันและยังไม่ได้ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา (mineralization) ก็เป็นไปได้ ดังจะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ พบว่า ดินที่รดด้วยน้ำสกัดผักกวางตุ้ง 1:250 นั้นมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ

น้อยที่สุด เท่ากับ 6.40% ซึ่งก็ไม่แตกต่างทางสถิติกับดินที่รดด้วยสารละลายปุ๋ยเคมี แสดงถึงการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งหากเหลือน้อย การย่อยสลายและนำไปใช้ได้มากกว่าและเมื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม พบว่า ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองที่รดด้วยน้ำเปล่าและน้ำสกัดชีวภาพอื่นๆ ซึ่งแสดงถึงการนำธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าทุกสิ่งทดลอง ทำให้ได้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับดินที่รดด้วยปุ๋ยเคมี แต่ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพในการปลูกพืชนั้นควรมีการเพิ่มธาตุอาหาร โดยการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินเพื่อใช้ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ[10] และการให้ผลผลิตมะละกอสูงที่สุดอย่างยั่งยืน

5. สรุปผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโตด้านลำต้นของมะละกอที่รดด้วย น้ำ สารละลายปุ๋ยเคมี และน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆแต่ละความเข้มข้นโดยรวมแล้วให้ผลการเจริญเติบโตด้านลำต้นไม่แตกต่างทางสถิติ
2. การใช้น้ำสกัดชีวภาพจากผักกวางตุ้งในอัตราส่วน 1:250 รดรดต้นมะละกอมีแนวโน้มต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะละกอใกล้เคียงกับ การใช้สารละลายปุ๋ยเคมี
3. ดินมะละกอที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพจากผักกวางตุ้งควรมีการใช้ในอัตราส่วน 1:250 ส่วนการใช้น้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่นควรมีการใช้ในอัตราส่วน 1:1,000
4. การใช้น้ำสกัดชีวภาพมีผลทำให้ pH ลดลงอย่างช้าๆ แต่การใช้สารละลายปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มทำให้ดิน pH ลดลงอย่างรวดเร็ว

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.เขาวพา จิระเกียรติกุล และ รศ.ดร. บุญหงษ์ จงกิต ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและแก้ไข งานวิจัยครั้งนี้ให้ดีและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เปรมปรีดิ์ ณ สงขลา, มะละกอพืชเมืองร้อนสำคัญของโลก, วารสารเคหการเกษตร 30 (3), น. 67-76, 2549.
- [2] ไพบุลย์ จันทรวิจิตร, การปลูกมะละกอ, อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 87 น., 2547.
- [3] สักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย, มะละกอ, สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น, นนทบุรี, 112 น., 2545.
- [4] ไพบุลย์ เสงสุวรรณ, รูปแบบและเทคนิคเกษตรยั่งยืน, บริษัทพิมพ์ดีจำกัด, นนทบุรี, 179 น., 2547.
- [5] ถาวร วิจิตรสุนทรกุล, อิทธิพลของปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอที่ปลูกบนดินหุขุโสธร, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2541.
- [6] ชงชัย มาลา, การผลิตปุ๋ยน้ำหมัก, เอกสารเผยแพร่อันดับที่ 73, โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน, นครปฐม, 19 น., 2544.
- [7] นฤมล วชิรปัทมา และ เขาวพา จิระเกียรติกุล, การตรวจวัดปริมาณของธาตุอาหารในน้ำสกัดชีวภาพที่ได้มาจากวัตถุดิบต่างชนิด, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 13 (2) ; น. 1-12, 2548.

- [8] กวิศร์ วานิชกุล, ระบบการผลิตและสร้างสวนไม้ผลเขตร้อน, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 111 น., 2545.
- [9] รัชฎ์พิสัยฐ์ พวงจิก ปิยนุช ศรีชัย ภัทรพล จังสถิตย์กุล และนฤมล วชิรปัทมา, ผลของน้ำสกัดชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะละกอ, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 6 พิเศษ (พ.ช.-ธ.ค.); น. 833-836, 2549.
- [10] กองเกษตรเคมี, ฮอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำสกัดชีวภาพ, กรมวิชาการเกษตร, 19 น., 2545.
- [11] Awada, M. and Long, C., The Selection of the Potassium Index in Papaya Tissue Analysis, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (1) ; pp. 74-77, 1971.
- [12] Purohit, A.G., Response of Papaya (*Carica papaya* L.) to Nitrogen, Phosphorus and Potassium, Indian Journal of Horticulture 34 (4) ; pp. 350-353, 1977.
- [13] Gallard, J.P., Approaches to the Fertilization of Solo Papaws in Cameroun., Fruits 27 (5) ; pp. 355-360, 1972.