

ผลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตของ คะน้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Effects of Bioextract on Growth, Yield and Reduced Production Cost of Chinese Kale Grown under the Substrate Culture

จารรัตน์ พุ่มประเสริฐ และธัญพิสิษฐ์ พวงจิก

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

ทำการปลูกคะน้าในวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวผสมทรายหยาบในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร จากนั้นทำการรดด้วยสารละลายธาตุอาหารครึ่งปริมาตรร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพอีกครึ่งปริมาตร โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำ 0 1:200 1:400 1:600 1:800 และ 1:1,000 เท่า โดยปริมาตร คะน้าที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเต็มปริมาตรเป็นสิ่งที่ทดลองควบคุม การทดลองวางแผนแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ พบว่า การรดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน ให้ผลในการเจริญเติบโตของคะน้าในด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของใบและลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงลักษณะที่สำคัญของการผลิตคะน้า คือ น้ำหนักสด ใบ และลำต้นเฉลี่ย พบว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่เจือจาง 1: 200 มีแนวโน้มให้น้ำหนักสูงที่สุด ทำให้ต้นทุนการผลิตคะน้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินลดลง 28.00 / กระถาง

Abstract

Chinese Kale was grown in the substrate of a 1:1 mixture of sand : coconut coir and applied with mixture of a half volume of nutrient solution and a half volume of bioextract content. The bioextract content was diluted in 5 different levels namely 0, 1:200, 1:400, 1:600, 1:800 and 1:1,000. (v/v). A treatment of a full volume of nutrient solution without bioextract content was used as the negative control. The experiment was arranged in CRD with six treatments and four replications. The results showed that the mixture of the nutrient solution and the varied dilutions of the bioextract content gave insignificantly different growths and yields of Chinese kale. However the treatment of the nutrient solution mixed with the 1:200 diluted bioextract content had a trend to give the highest fresh weights of leaves and stems and resulted in decreasing the production cost of kale grown under the substrate culture by 28.00 Baht./pot

1.บทนำ

ผักคะน้าเป็นผักที่ใช้ใบและลำต้นรับประทานเป็นที่นิยมนักมาก มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินซี นอกจากนี้แล้วคะน้ายังมีประโยชน์ทางยาคือ ช่วยระบายเพราะมีเส้นใยอาหารมากจึงช่วยรักษาโรคท้องผูก ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและยังช่วยบำรุงผิวพรรณ [1] มีชื่อสามัญว่า Kailaan, Chinese kale และ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* Bailey [2] หรือ *Brassica oleracea* var. *albograba* [3] อยู่ในตระกูล Cruciferae

คะน้ามีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และมีการปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศจีน ฮองกง ใต้หวัน มาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น เป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5 - 5.6 และมีความชื้นในดินอย่างสม่ำเสมอ เป็นผักที่สามารถดูดซึมยาฆ่าแมลงได้เป็นอย่างดี [4] จึงเป็นผักที่ขึ้นชื่อว่ามีความปลอดภัยและยาฆ่าแมลงตกค้างมากที่สุดชนิดหนึ่ง [1,5]

น้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ คือ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์และถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์การหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจนสารละลายเข้มข้นอาจมีสีน้ำตาลเข้มกรณีใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก ถ้าผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน ปุ๋ยน้ำชีวภาพจะประกอบด้วยสารต่างๆ และจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นก่อนนำไปใช้ประโยชน์จึงต้องทำให้เจือจางมากๆ [6] ดังนั้นการใช้จะต้องเจือจางตั้งแต่ 100 เท่าขึ้นไป [7] และการใช้ปุ๋ยน้ำจะต้องมีความระมัดระวังมากถ้าเข้มข้นเกินไป พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ใบจะมีสีเหลือง ถ้าใช้ในอัตราที่เหมาะสมพืชจะแสดงสภาพเขียวสด ใบเป็นมัน พืชที่ชะงักการเจริญเติบโต ตาที่พักอยู่จะขยายตัวแตกตาใบในเวลา 1 สัปดาห์ [6] ในการปลูกพืชเพื่อให้เพิ่มผลผลิตสูงนั้นไม่สามารถใช้น้ำสกัดชีวภาพในรูปปุ๋ยโดยตรงได้หรือใช้เพียงอย่างเดียว ควรผสมผสานกับวิธีการอื่นๆ [7] เช่น การใช้ร่วมกับปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี หรือ นำมาใช้ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นต้น

การปลูกพืชในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน (Soiless culture หรือ Substrate culture) เป็นวิธีการปลูกพืชโดยเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ แทน เช่น แผ่นฟองน้ำ ทราย กรวด ซีลี้อย แกลบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น พืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการรดสารละลายธาตุอาหารลงบนวัสดุปลูก [8] มีข้อดีคือสามารถปลูกพืชในบริเวณที่ดินหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช [9] ใช้พื้นที่น้อย ลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน และกำจัดวัชพืช [10] มีการจัดการดินค่อนข้างง่าย ไม่ค่อยมีปัญหาในขณะปลูก พืชมีการเจริญเติบโต รากยาวสุดในประเทศไม่แพงมาก และสามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บน้ำให้พืชได้ [11] ผลผลิตที่ได้ยังสะอาดปราศจากยาฆ่าแมลง เพราะสามารถควบคุมป้องกันโรคแมลง และศัตรูอื่นๆ ได้ง่าย [12] การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกนี้พืชจะไม่ได้รับธาตุอาหารจากวัสดุปลูกเหมือนการปลูกบนดิน เนื่องจากวัสดุปลูกมักไม่มีธาตุอาหารเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นจึงต้องมีการให้ธาตุอาหารที่พืชต้องการ ในรูปของสารละลายธาตุอาหาร [13] โดยการนำสารเคมีที่เป็นธาตุอาหารมาละลายให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืช บางครั้งหากในดินมีโลหะหนัก เช่น ดินบุก แคดเมียม ซึ่งเป็นพิษต่อผู้บริโภคพืชก็สามารถดูดเข้าไปได้ ในขณะที่การปลูกพืชไม่ใช้ดินสามารถควบคุมธาตุที่มีความจำเป็นเฉพาะการเจริญเติบโตของพืช จึงทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งการนำน้ำสกัดชีวภาพมาใช้ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาเพื่อเป็นการลดปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ให้น้อยลงโดยผสมกับน้ำสกัดชีวภาพ เป็นการช่วยลดต้นทุนในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินอีกทางหนึ่งและให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมากที่สุด

2.อุปกรณ์และวิธีการ

1. เตรียมน้ำสกัดชีวภาพโดยนำปลาป่นหมักมาใส่ในภาชนะที่มีฝาปิด ใส่กากน้ำตาลในอัตราส่วน 3 : 4 : 1.5 (ปลาป่น : น้ำ : กากน้ำตาล) โดยน้ำหนักแล้วผสมให้เข้ากัน ปิดฝาทิ้งไว้จนประมาณ 6 เดือน จะได้ของเหลวสีน้ำตาลไหลออกมา คือ น้ำสกัดชีวภาพจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารของน้ำสกัดชีวภาพที่ทำจากปลาป่นที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณธาตุ

ไนโตรเจน(%Total-N) = 2.06 % ธาตุฟอสฟอรัส (%Total-P₂O₅) = 0.20% โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (%Water Soluble K₂O) = 2.12 % Ca = 0.62 % Mg = 0.18 % และ SO₄²⁻ = 0.98% และมีต้นทุนการผลิต 30 บาท/ลิตร (ยังไม่ได้เจือจาง)

2. ทำการปลูกคะน้าในกระถางพลาสติกขนาดยาว 75 เซนติเมตร (เจาะรูที่ก้น 4 รู) วัสดุที่ใช้ปลูกคือ หยาบหยาบ : ขุยมะพร้าว อัตรา 1:1 โดยปริมาตร เมล็ดพันธุ์คะน้าที่ใช้เป็นของ บริษัทเจียไต๋จำกัด ในการปลูกทำการเพาะกล้าในถาดเพาะโดยหยอดเมล็ดคะน้าหูลมละ 3 เมล็ดในช่วงแรกที่เมล็ดยังไม่ออกจนกระทั่งเริ่มออกรดด้วยน้ำธรรมดา เมื่อคะน้าเริ่มงอก (5 วันหลังปลูก) รดด้วยสารละลายธาตุอาหารครึ่งเท่า และทำการถอนแยกให้เหลือหูลมละ 1 ต้น เมื่อคะน้าเริ่มมีใบจริง 2 ใบ (10 วันหลังปลูก) ทำการย้ายกล้าลงกระถางพลาสติกขนาดยาว 75 เซนติเมตร โดยปลูกกระถางละ 4 ต้น แต่ละต้นห่างกัน 15 เซนติเมตร รดด้วยสารละลายครึ่งเท่าอีก 2 วัน จากนั้นทำการทดลองโดยรดคะน้าด้วยสารละลายธาตุอาหารในช่วงเช้าและน้ำสกัดชีวภาพในที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันในช่วงเย็นโดยวิธีรดด้วยบัวรดน้ำครั้งละ 0.5 ลิตร ต่อกระถาง จนกระทั่งเก็บผลผลิต (อายุ 40 วัน) โดยมีวิธีเช่นนี้ ดังนี้

- Treatment 1 (control) สารละลายเต็มปริมาตร
Treatment 2 สารละลายครึ่งปริมาตรผสมน้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1:200 ครึ่งปริมาตร
Treatment 3 สารละลายครึ่งปริมาตรผสมน้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1:400 ครึ่งปริมาตร
Treatment 4 สารละลายครึ่งปริมาตรผสมน้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1:600 ครึ่งปริมาตร
Treatment 5 สารละลายครึ่งปริมาตรผสมน้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1:800 ครึ่งปริมาตร
Treatment 6 สารละลายครึ่งปริมาตรผสมน้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1:1,000 ครึ่งปริมาตร

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) 6 Treatment จำนวน 4 ซ้ำและใน 1 หน่วยการทดลองมี 4 ต้น

3. สารละลายธาตุอาหารที่ใช้ คือ สูตรสารละลาย Propagation vegetable plants ซึ่งประกอบด้วยสารดังต่อไปนี้

สารละลาย A

Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	309	กรัม
KNO ₃	124	กรัม
Fe-EDTA	5	กรัม

สารละลาย B

KNO ₃	124	กรัม
KH ₂ PO ₄	75	กรัม
MgSO ₄ ·7H ₂ O	72	กรัม
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.624	กรัม
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.107	กรัม
MnSO ₄ ·H ₂ O	0.745	กรัม
Boric acid (H ₃ BO ₃)	0.934	กรัม
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.052	กรัม

เนื่องจากสารละลาย A และ B มีความเจือจาง 100 เท่า จึงทำการผสมสารละลาย A และ B แยกเป็น 2 ถัง โดยแต่ละถังให้ผสมสารที่ซึ่งไว้กับน้ำปริมาตร 4.2 ลิตร ปรับ pH ให้ได้ 5.8-6.0 และเมื่อนำมาใช้ที่มีความเจือจาง 1 เท่า จะได้สารละลายธาตุอาหารเต็มสูตร 420 ลิตร คิดเป็นต้นทุนการผลิตลิตรละ 1.55 บาท

4. ทำการฉีดพ่นสารสะเดาป้องกันแมลงเป็นครั้งคราวเมื่อมีการระบาด

2.1 การบันทึกผลการทดลอง

- วัดความสูงของต้น (เซนติเมตร) ทุกๆ 10 วัน โดยวัดจากข้อ ใบเลี้ยงจนถึงส่วนที่ สูงที่สุดเมื่อทำการรวบใบ
- วัดความเข้มข้นของสีใบในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต โดยใช้เครื่องวัดสีใบ Minolta รุ่น SPAD-502 โดยวัด 3 ตำแหน่ง (ปลายใบ กลางใบ และโคนใบ) แล้วหาค่าเฉลี่ย
- วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น (เซนติเมตร) ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต
- นับจำนวนใบต่อต้นทำการนับเฉพาะใบที่คลี่ออกแล้วเท่านั้นในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต

5. ชั่งน้ำหนักสดของใบ ลำต้นและก้านในวันเก็บเกี่ยว
ผลผลิต นำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบความร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

6. ชั่งน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้นและก้าน

7. วิเคราะห์วัสดุปลูกทางเคมี

7.1) วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ของวัสดุปลูกตามวิธีของ Brown และ Emino (1981) อ้างโดย [14] คือ ก่อนปลูกและหลังปลูก

7.2) วัดค่านำไฟฟ้าของวัสดุปลูก (Electrical Conductivity , EC) ตามวิธีของ Brow และ Emino (1981)[14]

8. วิเคราะห์วัสดุปลูกทางกายภาพ

8.1) วัดค่าความหนาแน่นรวม (bulk density) ของวัสดุปลูกตามวิธีของ Brown และ Emino (1981) [14] ก่อนปลูก และ หลังปลูก

8.2) วัดค่าความชื้นน้ำของวัสดุปลูก ทำการวัดก่อนปลูกและหลังปลูกโดยใช้เครื่องCombination permeameter รุ่น Model K-605

2.2 สถานที่ทดลอง

โรงเรียนพลศึกษาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

2.3 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลา 2 เดือน เริ่มตั้งแต่ ธันวาคม พ.ศ. 2546 ถึง มกราคม พ.ศ. 2547

3. ผลการทดลอง

3.1. ความสูงของต้น

คะน้ำที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดเดียวกันแต่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจางแตกต่างกันทั้ง 6 สิ่งการทดลอง มีการเจริญเติบโตทางด้าน ความสูงมี

ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 10 – 40 วันหลังปลูก โดยคะน้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 800 มีความสูงเฉลี่ยเมื่อมีอายุ 40 วัน สูงที่สุด เท่ากับ 37.2 เซนติเมตร ส่วนคะน้ำที่ปลูกโดยรดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 400 1 : 1,000 1 : 200 1 : 600 และ ใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 36.8 36.7 36.5 36.2 และ 35.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

3.2. ความเข้มข้น

เมื่อคะน้ำมีอายุ 40 วันหลังปลูกทำการวัดความเข้มข้นในแต่ละสิ่งทดลองก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าคะน้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 200 มีความเข้มข้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 47.4 SPAD ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะน้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุ อาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:1,000 โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ย เท่ากับ 42.7 SPAD และเป็นความเข้มข้นเฉลี่ยที่น้อยที่สุด (ตารางที่1)

3.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น

ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นคะน้ำในวันเก็บเกี่ยวผลผลิต (40วัน) พบว่าคะน้ำที่รดด้วยสาร ละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.8 เซนติเมตรซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับต้นคะน้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหาร ร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1: 200 และ 1:1000 โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 1.7 เซนติเมตร ทั้งสองสิ่งทดลอง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นคะน้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 400 1: 600 และ 1 : 800 โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.6 เซนติเมตร ทั้ง 3 สิ่งทดลอง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ความสูงของค่น้ำเมื่ออายุ 10 ถึง 40 วันหลังปลูก และความเข้มข้น (40 วันหลังปลูก)

Treatment	ความสูงของค่น้ำ (เซนติเมตร)				ความเข้มข้น (SPAD) ^{1/}
	วันที่ 10	วันที่ 20	วันที่ 30	วันที่ 40	
Trt 1 (สารละลาย)	3.3	12.3	26.5	35.2	46.0 ^{ab}
Trt 2 (1:200)	3.3	13.2	28.7	36.5	47.4 ^a
Trt 3 (1:400)	3.3	12.7	28.7	36.8	47.1 ^{ab}
Trt 4 (1:600)	3.3	12.7	28.1	36.2	43.0 ^{ab}
Trt 5 (1:800)	3.4	13.1	28.9	37.2	44.3 ^{ab}
Trt 6 (1:1,000)	3.3	12.8	28.7	36.7	42.7 ^b
F-test	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	9.42	4.72	5.10	4.68	6.31

ns = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)^{1/}

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

3.4 จำนวนใบต่อต้น

ทำการนับจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่าจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นค่น้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 400 มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 9.7 ใบ รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 200 1 : 800 1 : 600 รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว และ รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 1,000 โดยมีจำนวนใบเฉลี่ย 9.5 9.5 9.2 9.1 และ 9.0 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3.5 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบและลำต้น

ค่น้ำที่รดสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจางต่างๆกันในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่ามีน้ำหนักสด

ของใบและลำต้นเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่น้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1: 200 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของใบมากที่สุด เท่ากับ 51.6 กรัม และค่น้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นมากที่สุด เท่ากับ 60.6 กรัม และมีน้ำหนักสดรวมสูงสุด 110.4 กรัม

ส่วนน้ำหนักแห้งเฉลี่ยใบและลำต้นของค่น้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างๆกันในแต่ละสิ่งทดลองให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับน้ำหนักสด คือ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบและลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่น้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1: 400 และ 1: 200 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบและลำต้นของต้นมากที่สุด เท่ากับ 5.3 และ 3.9 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ในวันเก็บเกี่ยวผลผลิต (40 วันหลังปลูก)

Treatment	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น - กลางลำต้น(เซนติเมตร) ^{1/}	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)	น้ำหนักสด (กรัม)		รวม (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		รวม (กรัม)
			ใบ	ลำต้น		ใบ	ลำต้น	
Trt 1 (สารละลาย)	1.8 ^a	9.1	49.8	60.6	110.4	4.8	3.8	8.6
Trt 2 (1:200)	1.7 ^{ab}	9.5	51.6	57.7	109.3	5.2	3.9	9.1
Trt 3 (1:400)	1.6 ^b	9.7	47.7	53.9	101.6	5.3	3.8	9.1
Trt 4 (1:600)	1.6 ^b	9.2	44.4	51.7	96.1	4.6	3.4	8.0
Trt 5 (1:800)	1.6 ^b	9.5	44.0	54.3	98.3	4.6	3.6	8.2
Trt 6 (1:1000)	1.7 ^{ab}	9.0	44.3	54.6	98.9	4.6	3.5	8.1
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6.44	6.43	10.10	10.49	9.36	9.83	11.97	9.91

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ns = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.6 การวิเคราะห์วัสดุปลูกทางเคมี

3.6.1 ความเป็นกรด - ด่าง ของวัสดุปลูก

ทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกก่อนและหลังทำการปลูกคะน้ำ พบว่าค่าความเป็นกรด - ด่างของวัสดุปลูกก่อนปลูกคะน้ำมีค่า เท่ากับ 6.57 และเมื่อทำการวัดค่าความเป็นกรด - ด่างของวัสดุปลูกอีกครั้งหลังปลูกคะน้ำเป็นเวลา 40 วัน พบว่า วัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจางต่างๆ มีค่าความเป็นกรด - เป็นด่างเพิ่มขึ้น โดยวัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:600 1:800 1:400 และ 1:1,000 มีค่าความเป็นกรด - ด่างเฉลี่ย เท่ากับ 6.99 6.99 6.97 และ 6.97 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรด - ด่างในวัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 200 และวัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 6.85 และ 6.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3.6.2 ค่านำไฟฟ้าของวัสดุปลูก

ทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกก่อนและหลังทำการปลูกคะน้ำ พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกก่อนปลูกคะน้ำมีค่า เท่ากับ 0.25 mS/cm และเมื่อทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกอีกครั้งหลังปลูกคะน้ำเป็นเวลา 40 วัน พบว่า วัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.29 mS/cm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกในสิ่งทดลองอื่นๆ โดยวัสดุปลูกที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1 : 1,000 มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.14 mS/cm (ตารางที่ 3)

3.7 การวิเคราะห์วัสดุปลูกทางกายภาพ

3.7.1 ความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูก

จากการวัดค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกก่อนและหลังทำการปลูกคะน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยสิ่งทดลองที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว และสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความ

เจือจาง 1:200 1:400 1:600 และ 1: 800 มีค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.18 กรัมต่อมิลลิลิตร และค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกค่อน้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 1.15 กรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 3)

3.7.2 ความชื้นน้ำของวัสดุปลูก

ทำการวัดค่าความชื้นน้ำของวัสดุปลูกก่อนและหลังทำ

การปลูกค่อน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยสิ่งทดลองที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1: 1,000 มีค่าความชื้นน้ำเฉลี่ยของวัสดุปลูกมากที่สุด เท่ากับ 0.30 cm/S และสิ่งทดลองที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:200 มีค่าความชื้นน้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 0.27 cm/S (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก

Treatment	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ^{1/}	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) ^{1/}	ค่าความหนาแน่นรวม (กรัม/มิลลิลิตร)	ค่าความชื้นน้ำ (cm/S)
ก่อนปลูก	6.57	0.25	1.15	0.28
Trt 1 (สารละลาย)	6.41 ^c	0.29 ^a	1.18	0.28
Trt 2 (1:200)	6.85 ^b	0.19 ^b	1.18	0.27
Trt 3 (1:400)	6.97 ^a	0.18 ^b	1.18	0.28
Trt 4 (1:600)	6.99 ^a	0.16 ^{bc}	1.18	0.29
Trt 5 (1:800)	6.99 ^a	0.17 ^{bc}	1.18	0.29
Trt 6 (1:1,000)	6.97 ^a	0.14 ^c	1.16	0.30
F-test	*	*	ns	ns
CV (%)	0.93	10.75	2.66	7.06

^{1/}ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ns = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4. วิจัยผลประโยชน์การทดลอง

จากการศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพที่ความเจือจางระดับต่างๆ ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของค่อน้ำในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน พบว่าค่อน้ำมีความสูงต้นเฉลี่ย จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบและต้นเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการให้น้ำสกัดชีวภาพที่ความเจือจางต่างๆ กัน (ตั้งแต่ 1:200 - 1: 1,000) ครั้งปริมาณร่วมกับสารละลายธาตุอาหารครั้งปริมาณต่อวัน มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของค่อน้ำ [15] ได้รายงานว่า

น้ำสกัดชีวภาพที่ทำจากปลาป่นที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณธาตุไนโตรเจน(%Total-N) = 2.06 % ธาตุฟอสฟอรัส (%Total- P_2O_5) = 0.20% โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (%Water Soluble K_2O) = 2.12 % Ca = 0.62 % Mg = 0.18 % และ SO_4^{2-} = 0.98% ดังนั้นการให้น้ำสกัดชีวภาพเป็นการเพิ่มธาตุอาหารเข้าไปอีกบางส่วน เมื่อใช้ในการปลูกค่อน้ำในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินการเจริญเติบโตและผลผลิตของค่อน้ำจึงไม่มีความแตกต่างจากการใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว

อย่างไรก็ตามจากการทดลองเมื่อค่อน้ำอายุ 21 วันหลังปลูก พบว่าใบที่ 3 ของค่อน้ำบางต้นในทุกสิ่งทดลองมีอาการใบเหลืองๆ กระจายทั่วไปทั้งแผ่นใบ ซึ่งอาจเกิดจากอุณหภูมิใน

โรงเรือนพลาสติกสูงเกินไป [16] ต่อมาอาการดังกล่าวก็หายไป และเมื่อทำการวัดความเข้มข้นใบในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต ที่อายุ (40 วัน) พบว่าค่าน้ำมีความเข้มข้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าน้ำที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:1,000 มีความเข้มข้นใบเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 42.7 SPAD อาจเนื่องมาจากน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:1,000 มีความเจือจางมากที่สุดค่าน้ำในสิ่งทดลองดังกล่าวจึงได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่น้อยกว่าสิ่งทดลองอื่น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ [17] กล่าวว่า พืชผักที่ปลูกได้รับประทานดินและใบที่มีสีเขียวมีลักษณะที่เห็นได้ชัดคือหากใบได้รับธาตุไนโตรเจนอย่างสมบูรณ์แล้วจะยังมีสีเขียวเข้ม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการทดลองในการวัดค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก ที่พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกหลังการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:1,000 ร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร มีค่าการนำไฟฟ้าลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง แสดงให้เห็นว่า ธาตุอาหารที่ได้จากน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:1,000 ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารมีน้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตจึงทำให้พืชต้องดูดเอาธาตุอาหารที่มีอยู่ในวัสดุปลูกไปใช้ด้วย ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูกหลังการทดลองจึงมีค่าน้อยที่สุด ส่วน control จะได้รับธาตุอาหารอย่างพอเพียงจึงมีความเข้มของสีเขียวมากกว่า

เมื่อพิจารณาถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกในสิ่งทดลองที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกค่าน้ำ ($\text{pH}=6.57$) อาจเนื่องมาจากสารละลายที่รดซึ่งมีในธรรมชาติเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยมีการปรับค่า pH ของสารละลายเริ่มต้นให้อยู่ในช่วง pH 5.8 - 6.0 สารละลายบางส่วนยังคงตกค้างอยู่บ้างซึ่งดูได้จากค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทำให้วัสดุปลูกมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง แต่ในสิ่งทดลองที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจางต่างๆ กัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกเพิ่มขึ้น ซึ่ง [18] กล่าวว่าการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น

ส่วนค่าความหนาแน่นรวม และค่าความชื้นน้ำของวัสดุปลูกหลังทำการทดลอง พบว่า ในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าใกล้เคียงกับวัสดุปลูก

ก่อนทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า วัสดุปลูกที่ใช้ใน คือ ขุยมะพร้าวผสมทรายหยาบ อัตรา 1:1 โดยปริมาตร มีการสลายน้ําทัวหรืออัดตัวแน่นเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย จึงเป็นไปได้ที่จะสามารถนำวัสดุนี้มาใช้ได้อีก 2 - 3 ครั้ง ซึ่งนับว่าเป็นผลดีในแง่ของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในเชิงธุรกิจการค้าส่วนการใช้น้ำสกัดชีวภาพเครื่องปริมาตรผสมกับสารละลายธาตุอาหารอีกครั้งปริมาตรนี้สามารถลดต้นทุนการผลิตค่าน้ำในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้ ดังนี้ ต้นทุนการผลิตน้ำสกัดชีวภาพจากปลาป่น คือ ประมาณ ลิตรละ 30 บาท เมื่อนำมาผสมน้ำเจือจางเป็น 1 : 200 ต้นทุนอยู่ที่ 15 สตางค์ต่อลิตรเจือจาง 1: 400 มีต้นทุนเท่ากับ 7.5 สตางค์ต่อลิตรเจือจาง 1: 600 มีต้นทุนเท่ากับ 5 สตางค์ต่อลิตรเจือจาง 1: 800 มีต้นทุนเท่ากับ 3.75 สตางค์ต่อลิตร และเจือจาง 1:1000 มีต้นทุนเท่ากับ 1 สตางค์ต่อลิตร ส่วนสารละลายธาตุอาหารมีต้นทุนอยู่ที่ลิตรละ 1.55 บาท ซึ่งในการทดลอง นี้ต้นทุนการผลิตค่าน้ำโดยใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวเพิ่มปริมาตร จะใช้สารละลายธาตุอาหารทั้งหมด 40 ลิตร คิดเป็นเงิน 62 บาทต่อกระถาง การใช้สารละลายธาตุอาหารครึ่งประมาณ 20 ลิตรผสมกับน้ำสกัดชีวภาพ ที่เจือจางระดับต่างๆ อีกครึ่งปริมาตร 20 ลิตร คิดเป็นเงิน ได้ดังนี้ น้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1 : 200 คิดเป็นเงินเท่ากับ 34 บาทต่อกระถาง น้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1: 400 คิดเป็นเงินเท่ากับ 32.50 บาท น้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1: 600 คิดเป็นเงินเท่ากับ 32 บาท น้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1: 800 คิดเป็นเงินเท่ากับ 31.75 บาท น้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1: 1000 คิดเป็นเงินเท่ากับ 31.20 บาท

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของค่น้ำในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สามารถสรุปผลได้ว่า

1. ต้นค่น้ำที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารในอัตรา 1 : 1 โดยปริมาตรต่อวัน มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ทั้งในด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของใบและลำต้นค่น้ำ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับค่น้ำที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว โดยการใช้น้ำสกัดชีวภาพที่มีความ

เจือจาง 1:200 มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของค่น้ำในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินใกล้เคียงกับการรดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวมากที่สุด ดังนั้นการใช้น้ำสกัดชีวภาพที่มีความเจือจาง 1:200 ร่วมกับการใช้สารละลายธาตุอาหารในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรต่อวัน อาจนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อการค้าซึ่งจะสามารถลดต้นทุนค่าสารเคมีที่จะนำมาใช้เป็นสารละลายธาตุอาหารลงได้ครึ่งหนึ่ง

2. ในการทดลองนี้ต้นทุนการผลิตค่น้ำโดยใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวจะใช้สารละลายธาตุอาหาร 40 ลิตร คิดเป็นเงิน 62 บาทต่อกระถาง การใช้สารละลายธาตุอาหาร 20 ลิตรร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพ ที่ความเข้มข้นต่างๆ 20 ลิตร คิดเป็นเงินได้ดังนี้ น้ำสกัดชีวภาพเจือจาง 1 : 200 คิดเป็นเงินเท่ากับ 34 บาทต่อกระถาง ตามลำดับ ทำให้ต้นทุนการผลิตค่น้ำในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินลดลง 28 บาท/ต่อกระถาง ถ้าปลูกค่น้ำโดยวิธีนี้เป็นการค้า จะลดต้นทุนได้ประมาณเกือบ 50 % ซึ่งถือเป็นข้อดีของการปลูกค่น้ำด้วยวิธีนี้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.เยาวพา จิระเกียรติกุล และ รศ.ดร.บุญทรงษ์ จงจิต ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและแก้ไข งานวิจัยครั้งนี้ให้ดีและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระยาทิพย์ เรือนใจ. มหัศจรรย์พืชสวนครัว การ ปลูก และการปรุงอาหารอย่างรู้คุณค่า . พิมพ์ครั้งที่ 1 . สำนักพิมพ์ ดันธรรม , กรุงเทพฯ , 153 น., 2537.
- [2] ยุพยงษ์ ทฬลิ่งห์ . ค่น้ำ . พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์ , กรุงเทพฯ , 48 น. , 2546.
- [3] โฉน ยอดเพชร. พืชผักในตระกูลครุฑีเฟอร์. คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี , 195 น., 2542.
- [4] www.st.ac.th/suratpit/Library/c0249/group1/19616/091961609.html (29/08/03)

- [5] วิทัศน์ ภูมิไธ. ปลูกผักกินเองปลอดภัยไร้สารพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ , 176 น., 2541.
- [6] สุริยา สาสนรักกิจ. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. วารสารดินปุ๋ย 21(3) ,น. 152-171 , 2542.
- [7] www.micro-biotech.com/Doc_bio-enzyme_thai-1.htm (15/10/03).
- [8] อิทธิสุนทร นันทกิจ. การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูก, น. 46-97. ในอิทธิสุนทร นันทกิจ, ดิเรก ทองอร่าม, สุมิตรา ภู่วโรดม, นงนุช เลหาวิสุทธิ และเปรมปรี ณ์ สงขลา. เอกสารประกอบฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับวารสารเคหเกษตร. 2544.
- [9] นาดล เรียบเลิศศิริ. การปลูกพืชไร้ดิน. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 100 น. , 2538.
- [10] ดิเรก ทองอร่าม. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน, น. 1-27. ในอิทธิสุนทร นันทกิจ, ดิเรก ทองอร่าม, สุมิตรา ภู่วโรดม, นงนุช เลหาวิสุทธิ และเปรมปรี ณ์ สงขลา. เอกสารประกอบฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่3. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังร่วมกับวารสารเคหเกษตร . 2544.
- [11] อารักษ์ ธีรอำพน. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. บริษัท โชคเจริญมาร์เกตติ้ง จำกัด. นครราชสีมา. 133 น. , 2544.
- [12] ปิฎฐะ บุญนาค. ไม้ดอกไม้ประดับ. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์บรรณกิจ, กรุงเทพฯ , 383 น., 2536.
- [13] โสระยา ร่วมรังษี. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 88 น., 2544.
- [14] เมธิน ศิริวงศ์, อิทธิพลของวัสดุปลูก ภาชนะปลูก และปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศสีดา. ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน, วิทยานิพนธ์

- ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2536.
- [15] กรมวิชาการเกษตร. เกษตรยั่งยืนอนาคตของการเกษตรไทย. เอกสารประจำปี 2536. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ , 399 น. , 2535.
- [16] ยงยุทธ โอรรถสภ. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ , 424 น. , 2543.
- [17] สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ , 255 น. , 2535.
- [18] เบญจรัตน์ เวียนเป๊ะ. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าใบ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่ . 2542.