อิทธิพลของวัสดุปลูกและสารละลายธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบการปลูกพืชแนวตั้ง

Effect of growth medias and plant nutritions on growth and yield of Pak Choi (*Brassica Chinensis* var. chinensis) in vertical cultivation

ภาริณี จันทรวารี[1], นริศ สินศิริ[2*], วรรทณา สินศิริ[2], พัชรี สิริตระกูลศักดิ์[2]

Parinee Chantharawaree[1], Naris Sinsiri[2*], Wantana Sinsiri[2] , Phatchacree Siritrakulsak[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูก สารละลายธาตุอาหารพืช และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ (*Brassica Chinensis* var. chinensis) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแนวตั้ง ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ 3×4×3 Factorial in RCBD โดยปัจจัย A คือ วัสดุปลูกมี 3 ระดับ ได้แก่ ขุยมะพร้าว แกลบเผา และขุยมะพร้าว+แกลบเผา อัตราส่วน 1:1 ปัจจัย B คือ สารละลายธาตุอาหารพืช มี 4 ระดับ ได้แก่ สารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ น้ำไส้เดือน น้ำหมักอินทรีย์ และน้ำไส้เดือน+น้ำหมักอินทรีย์ อัตราส่วน 1:1 ปัจจัย C คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช ได้แก่ 1:100, 1:500 และ 1:1000 รวมทั้งหมด 36 Treatment combination ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวัสดุปลูกร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชและระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช (A×B×C) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในลักษณะความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดต้น โดยกรรมวิธีที่ปลูกด้วยขุยมะพร้าว+แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ย ความกว้างใบเฉลี่ย และความยาวใบเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกด้วยแกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต้นสูงที่สุด

คำสำคัญ: ขุยมะพร้าว แกลบเผา น้ำหมักอินทรีย์ น้ำไส้เดือน ระบบปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์ การปลูกพืชในแนวตั้ง

Abstract

The aim of this study to evaluate the effect of growth media, type and concentration of plant nutrition on growth and productivity of Pak Choi (*Brassica Chinensis* var. chinensis). The experiment was carried out with 3X4X3 factorial in RCBD with 36 treatments combinations and 4 replications under vertical hydroponic, Three growth medias; coconut coir, carbonized rice hull, coconut coir mixed with carbonized rice hull ratio 1:1 were factor A. Four type of plant nutrition; complete hydroponic nutrition, earth worm compost, organic fertilizer,

[1]นิสิตระดับปริญญาโท, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[2]อาจารย์, ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[1]Graduate student, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University

[2]Lecturer in Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University

*Corresponding author: Naris Sinsiri (naris.s@msu.ac.th)

and earth worm compost mixed organic fertilizer ratio 1:1 were factor B. Three concentrations of plant nutrition 1:100, 1:500, 1:1000 were factor C. The result showed that the interaction between growth media, type and concentration of plant nutrition (AxBxC) had significant effected on plant height, crop blade wide, length of leaf, shoot fresh weight. It was indicated that coconut coir mixed with carbonized rice hull ratio 1:1 with complete hydroponic nutrition at concentration 1:100 (a3b1c1 combination) treatment had the best on plant height, crop blade wide and length of leaf, and the carbonized rice hull with complete hydroponic nutrition at concentration 1:100 treatment had the best on shoot fresh weight yields.

Keywords: Coconut coir, Cabonized hull, Organic fertilizer, Earth worm, Hydroponic system, vertical cultivation

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศของโลก ส่งผลให้ภูมิภาคทั่วโลกได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติมากขึ้น ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านพื้นที่เพาะปลูก ทำให้ผลผลิตเกิดความเสียหาย ความมั่นคงทางด้านอาหารลดลง[1] การปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์เป็นนวัตกรรมการปลูกพืชขั้นสูง เป็นการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยให้รากพืชขึ้นอยู่บนวัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน พืชจะเจริญเติบโตได้จากการได้รับสารละลายธาตุอาหารทางราก โดยรากจะแช่หรือสัมผัสกับสารละลายโดยตรงซึ่งสารละลายธาตุอาหารจัดว่าเป็นสารเคมีที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมา และในปัจจุบันการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์กำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อย เป็นการลดข้อจำกัดและปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับดินหรือพื้นที่เพาะปลูก หลีกเลี่ยงปัญหาสารเคมีตกค้างและยาฆ่าแมลงในดิน การปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์พืชจึงมีอิทธิพลต่อประชาชนในสังคมเมือง การเกษตรแนวตั้ง หรือ vertical farm หมายถึง การปลูกพืชเป็นชั้นๆ มีการให้น้ำ อาหาร และแสงโดยการควบคุมจากมนุษย์ ปลูกในโรงเรือนที่มีหลังคา มีตาข่ายป้องกันแมลงเข้ามากัดกินผลผลิต ปลูกพืชได้โดยไม่จำกัดฤดูกาล และสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค[2] บ้านเรือนตัวอาคารในสังคมเมืองมีพื้นที่ที่สามารถทำการเพาะปลูกได้ เช่น ผนังบ้าน หลังคาบ้าน ดาดฟ้าตึก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สามารถรับแสง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชได้ทั้งสิ้น[3] จากประชากรของโลกที่มีการเพิ่มขึ้นในทุกวัน จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกพืช จากเดิมที่ปลูกโดยแบบพึ่งพาธรรมชาติไปสู่ระบบที่สามารถสั่งการผลิตได้ ซึ่งต้องอาศัยนวัตกรรมการผลิตแบบใหม่ เพื่อเพิ่มผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค การใช้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มมากขึ้นอาจมีการสะสมของไนโตรเจนในส่วนของพืชที่ปลูกในระบบนี้[4] จากการศึกษาพบว่าการปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์มีแนวโน้มการสะสมของไนเตรทสูง[5] และการใช้ปุ๋ยเคมีที่มากเกินไปจะทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นปัญหาสำคัญที่ทำลายระบบนิเวศ[6] ดังนั้นทำอย่างไรการปลูกพืชจึงจะปลอดภัยปราศจากสารเคมีที่เป็นพิษ แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการผลิตสารเคมีบริสุทธิ์ เช่น วิตามินซี วิตามินรวม สารเคมีบางชนิดหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสมดุลของธาตุอาหารอื่นๆ ในร่างกาย[7] ระบบการปลูกพืชแนวราบและการประยุกต์ใช้น้ำสกัดชีวภาพจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะลดปัญหาของสารเคมี[8] สามารถลดการสะสมของไนเตรทในพืช จากการวิจัยพบว่า การปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์ที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้[9] และการใช้น้ำสกัดจากปลาจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของผักและผู้บริโภคมีความปลอดภัย[10] การปลูกพืชแนวตั้งจึงเป็นการปลูกพืชอีกหนึ่งทางที่จะช่วยประหยัดพื้นที่ในการเพาะปลูกและหากการนำน้ำหมักอินทรีย์มาทดแทนการใช้สารละลายเคมีในการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์จะช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค จากการวิจัยเรื่องการใช้น้ำเลี้ยงปลาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์

ของศูนย์เกษตรกรรมบางไทร ปุ๋ยหมักและน้ำไส้เดือน ที่มีผลต่อผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งที่ปลูกในระบบปลูกพืชแนวตั้ง พบว่าการใช้น้ำเลี้ยงปลาร่วมกับธาตุอาหารไฮโดรโพนิกส์ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงที่สุด[11] ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกร่วมกับธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ น้ำไส้เดือน น้ำหมักอินทรีย์ ที่มีผลต่อการปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแนวตั้ง เพื่อนำระบบการปลูกพืชแนวตั้งไปใช้กับการผลิตอาหารในสังคมเมือง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกและธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชแนวตั้ง ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ 3×4×3 Factorial in RCBD มี 3 ปัจจัย คือ ปัจจัย A คือ วัสดุปลูก ได้แก่ ขุยมะพร้าว (a1) แกลบเผา (a2) และขุยมะพร้าว+แกลบเผา อัตราส่วน 1:1 (a3) ปัจจัย B คือ ชนิดสารละลายธาตุอาหารพืช ได้แก่ สารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ (b1) (N = 12%, P = 26.18%, K = 28.23%) น้ำไส้เดือน (b2) (pH = 6.60, EC = 3.65 mS/m, N = 0.02, P = 0.5, K = 0.6) น้ำหมักอินทรีย์ (b3) (pH = 4.07, EC = 25.8 mS/m, N = 0.10, P = 1.12, K = 3.98) และน้ำไส้เดือน+น้ำหมักอินทรีย์ อัตราส่วน 1:1 (b4) ปัจจัย C คือ ระดับปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหาร ได้แก่ ความเข้มข้น 1:100 (c1) 1:500 (c2) และ 1:1000 (c3) รวมทั้งหมด 36 treatment combination ที่ปลูกในชุดปลูกพืชแนวตั้ง โดยชุดปลูกพืชทำจากพรมปูพื้นบ้านตัดเย็บเป็นกระเป๋าสำหรับปลูกพืชที่มีขนาดกระเป๋า 10×15 เซนติเมตร และ 1 หน่วยทดลอง ประกอบด้วย 3x7 กระเป๋า จำนวน 21 ต้นต่อหน่วยทดลอง (Figure 1)

2. การเตรียมวัสดุปลูกและเพาะกล้าโดยนำขุยมะพร้าวและแกลบเผามาแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปลี่ยนน้ำวันละครั้ง นำน้ำไปวัดค่า pH ให้ได้ค่า 6-7 นำออกผึ่งแดดให้แห้ง และผสมขุยมะพร้าว+แกลบเผาในอัตราส่วน 1:1 จึงนำวัสดุปลูกทั้ง 3 แบบ บรรจุลงในชุดปลูกพืชตามแผนผังการการทดลอง การปลูกพืชนำเมล็ดพันธุ์ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้หยอดลงในช่องกระเป๋า โดยหยอดช่องละ 3 เมล็ด เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 2 สัปดาห์ ให้เลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์ไว้หนึ่งต้น

3. สารละลายที่ใช้มี 3 ชนิด คือ 1) สารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ผลิตโดยศูนย์เกษตรกรรมบางไทร 2) น้ำไส้เดือน ผลิตโดยบริษัทมิตรใหม่ฟาร์ม จำกัด 3) น้ำหมักอินทรีย์ ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเองโดยมีส่วนผสม คือ กล้วยน้ำว้าสุก 2 กิโลกรัม ฟักทอง 2 กิโลกรัม มะละกอสุก 2 กิโลกรัม มะเฟือง 2 กิโลกรัม ยาคูล 2 ขวด ไข่ไก่ 10 ฟอง อีเอ็ม 30 ซีซี กากน้ำตาล 1 ลิตร และ น้ำ 20 ลิตร หมักไว้นาน 3 เดือน

4. การเตรียมระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ (b1) 1:100, 1:500, 1:1000 โดยใส่สารละลาย A ลงในถัง หลังจากนั้น 3 ชั่วโมง จึงใส่สารละลาย B น้ำไส้เดือน (b2) น้ำหมักอินทรีย์ (b3) และน้ำหมักผสม (b4) 1:100, 1:500, 1:1000 โดยแต่ละกรรมวิธีใช้ถังน้ำขนาด 20 ลิตร ระบบการให้น้ำในชุดปลูกพืชแนวตั้งให้น้ำ 4 ครั้ง/วัน (20 นาที/ครั้ง) เวลา 06.00, 10.00, 14.00, 18.00 น. การควบคุมคุณภาพน้ำให้ปรับค่า pH ให้เหมาะสมอยู่ที่ 5.5-6.5 และ ค่า electrical conductivity (EC) ที่เหมาะสม คือ 1.5-2.5 mS/cm โดยการเติมและการเปลี่ยนถ่ายสารละลายธาตุอาหารพืช การดูแลรักษาและการป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช ใช้สารสกัดสมุนไพรกำจัดแมลงศัตรูพืช (สะเดาหอม) อัตราส่วน 15 ซีซีต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน ใน 2 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นใช้สารกำจัดแมลงชิกซ์ (betacypermetrin) อัตราส่วน 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุกๆ 4 วัน

5. บันทึกผลการทดลอง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากต้นที่ 2-6 ตรงกลางหน่วยทดลอง (Figure 1) จำนวน 5 ต้นต่อหน่วยทดลองนำมาหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ ลักษณะความสูงต้น ความกว้างใบ และความยาวใบ (เซนติเมตร) ชั่งน้ำหนักสดต้น (กรัมต่อต้น) เมื่อกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 7 สัปดาห์หลังปลูก

6. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Statistix 9 เพื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ โดยการทำ Analysis of Variance เพื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของสิ่งทดลองแบบ

F-Test ตามแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD หากพบความแตกต่างทางสถิติจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

Figure 1 Vertical cultivation system

ผลการทดลอง

ความสูงต้น (เซนติเมตร)

จาก Figure 2 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวัสดุปลูก สารละลายธาตุอาหารพืช และระดับความเข้มข้นของสารละลาย ในลักษณะความสูงต้นเฉลี่ยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) ชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุปลูกเช่นแกลบเผาหรือ ขุยมะพร้าว+แกลบเผาที่แตกต่างกัน ร่วมกับการใช้ชนิดของสารละลายธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความสูงต้นเฉลี่ยของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้แตกต่างกันไปด้วย โดยอิทธิพลร่วมนี้มีผลทำให้กรรมวิธีที่ปลูกด้วยแกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าความสูงต้นเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 18.18 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกที่ให้ความสูงเฉลี่ยรองลงมาคือ การใช้แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้น 1:500 ขุยมะพร้าวร่วมกับแกลบเผาสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ขุยมะพร้าว+แกลบเผาร่วมกับน้ำหมักอินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าความสูงต้นเฉลี่ย เท่ากับ 16.67, 16.41 และ 16.18 เซนติเมตร ตามลำดับ

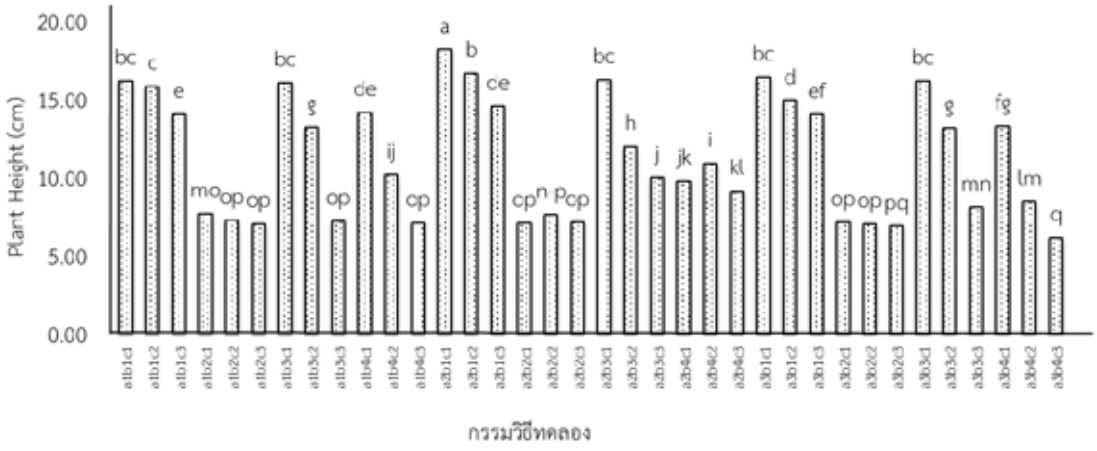

Figure 2 Interaction between growth media, type and concentration of plant nutrition on plant height of Pak Choi *(Brassica Chinensis* var. chinensis) in vertical cultivation. (a1 = coconut coir, a2 = carbonized rice hull, a3 = coconut coir with carbonized rice hull ratio 1:1) (b1 = hydroponic nutrition, b2 = earth worm compost, b3 = organic fertilizer, b4 = earth worm compost mixed organic fertilizer ratio 1:1) (c1 =1:100, c2 = 1:500, c3 = 1:1000)

: Letter within bar graph, means followed by a different letter are significant different by Least Significant Difference test ** = $p \leq 0.01$

ความกว้างใบ (เซนติเมตร)

จาก Figure 3 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวัสดุปลูก สารละลายธาตุอาหารพืช และระดับความเข้มข้นของสารละลาย ในลักษณะความกว้างใบเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) ชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้ชนิดของสารละลายธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความกว้างใบเฉลี่ยของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้แตกต่างกันไปด้วย โดยมีผลทำให้กรรมวิธีที่ปลูกด้วยขุยมะพร้าว+แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าความกว้างใบเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 5.96 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกที่ให้ความกว้างใบเฉลี่ยรองลงมา คือ แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ความกว้างใบเฉลี่ยเท่ากับ 5.41 เซนติเมตร

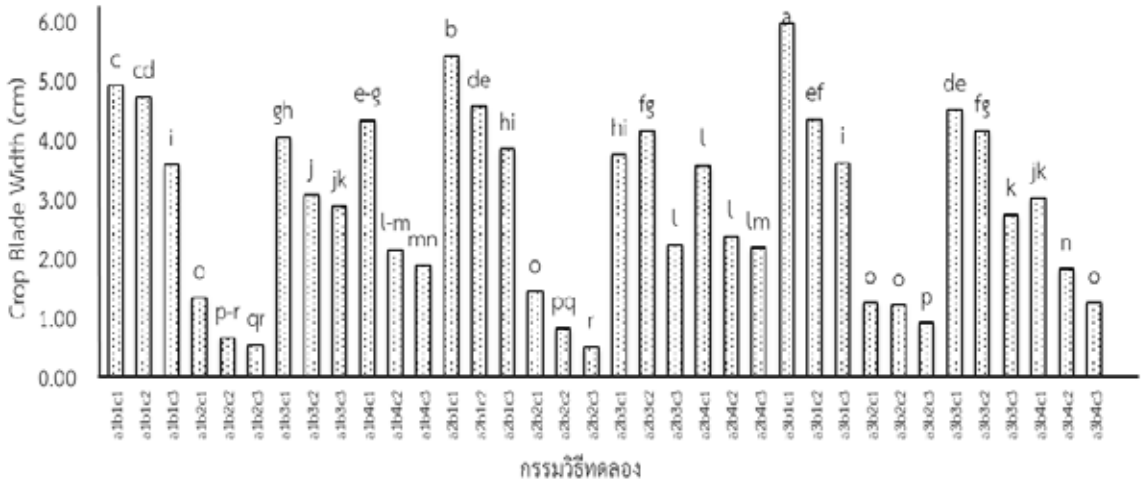

Figure 3 Interaction between growth media, type and concentration of plant nutrition on crop blade width of Pak Choi (*Brassica Chinensis* var. chinensis) in vertical cultivation. (a1 = coconut coir, a2 = carbonized rice hull, a3 = coconut coir with carbonized rice hull ratio 1:1) (b1 = hydroponic nutrition, b2 = earth worm compost, b3 = organic fertilizer, b4 = earth worm compost mixed organic fertilizer ratio 1:1) (c1 =1:100, c2 = 1:500, c3 = 1:1000)

: Letter within bar graph, means followed by a different letter are significant different by Least Significant Difference test ** = $p \leq 0.01$

ความยาวใบ (เซนติเมตร)

จาก Figure 4 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวัสดุปลูก สารละลายธาตุอาหารพืช และระดับความเข้มข้นของสารละลาย ในลักษณะความยาวใบเฉลี่ยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) ชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้ชนิดของสารละลายธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความยาวใบเฉลี่ยของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้แตกต่างกันไปด้วย โดยอิทธิพลร่วมนี้มีผลทำให้กรรมวิธีที่ปลูกด้วยขุยมะพร้าว+แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความความเข้มข้น 1:100 และกรรมวิธีที่ใช้แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าความยาวใบเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 9.30 และ 9.24 เซนติเมตร ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกที่ให้ความยาวใบเฉลี่ยรองลงมา คือ ขุยมะพร้าวร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความเข้มข้น 1:500 ขุยมะพร้าว+แกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความเข้มข้น 1:500 ให้ความยาวใบเฉลี่ยเท่ากับ 8.46, 8.41 และ 8.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

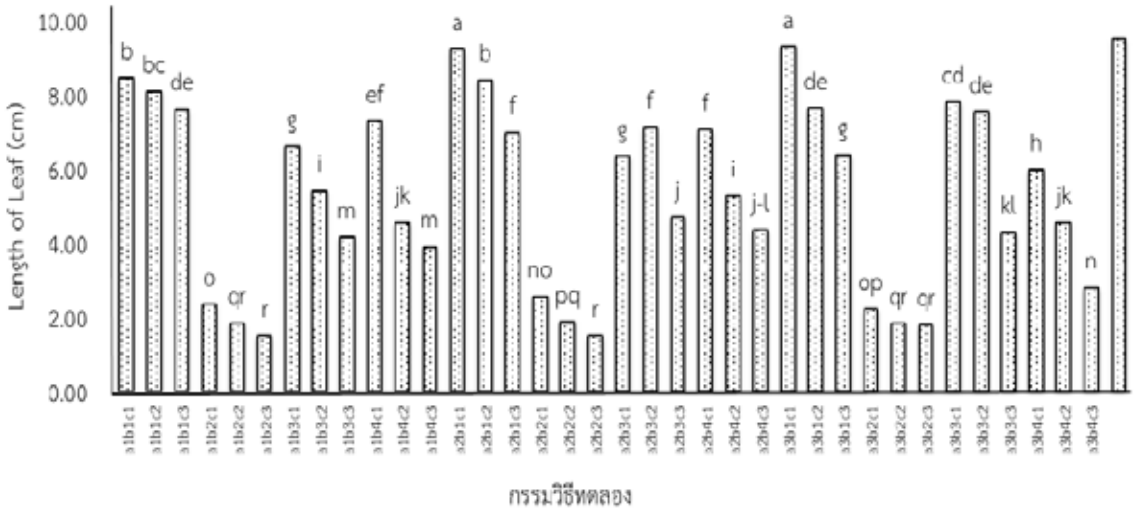

Figure 4 Interaction between growth media, type and concentration of plant nutrition on length of leaf of Pak Choi (*Brassica Chinensis* var. chinensis) in vertical cultivation. (a1 = coconut coir, a2 = carbonized rice hull, a3 = coconut coir with carbonized rice hull ratio 1:1) (b1 = hydroponic nutrition, b2 = earth worm compost, b3 = organic fertilizer, b4 = earth worm compost mixed organic fertilizer ratio 1:1) (c1 =1:100, c2 = 1:500, c3 = 1:1000)

: Letter within bar graph, means followed by a different letter are significant different by Least Significant Difference test ** = $p \leq 0.01$

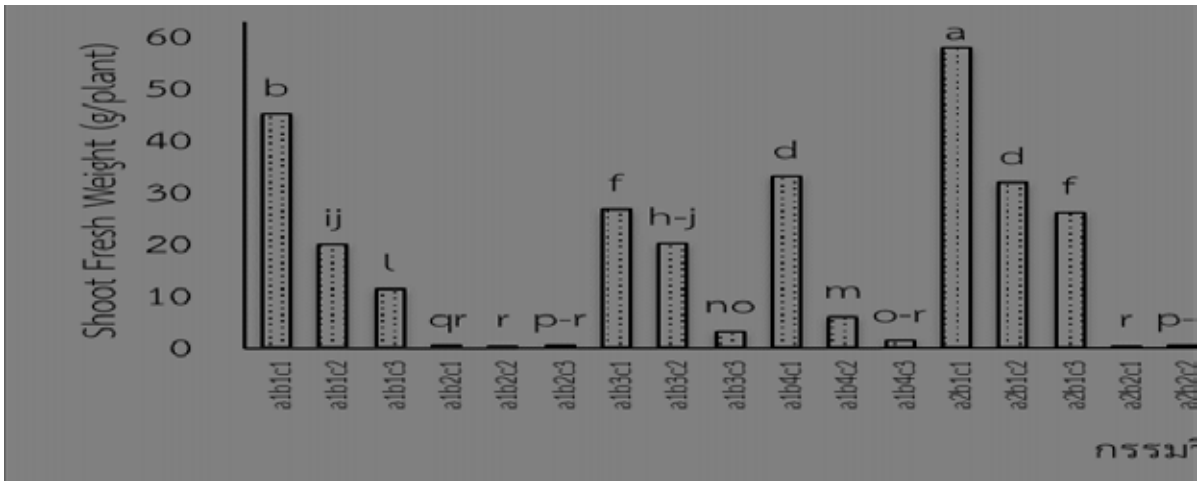

Figure 5 Interaction between growth media, type and concentration of plant nutrition on shoot fresh weight of Pak Choi (*Brassica Chinensis* var. chinensis) in vertical cultivation. (a1 = coconut coir, a2 = carbonized rice hull, a3 = coconut coir with carbonized rice hull ratio 1:1) (b1 = hydroponic nutrition, b2 = earth worm compost, b3 = organic fertilizer, b4 = earth worm compost mixed organic fertilizer ratio 1:1) (c1 =1:100, c2 = 1:500, c3 = 1:1000)

:Letter within bar graph, means followed by a different letter are significant different by Least Significant Difference test ** = $p \leq 0.01$

ผลผลิตน้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น)

จาก Figure 5 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างวัสดุปลูก สารละลายธาตุอาหารพืช และระดับความเข้มข้นของสารละลาย ในลักษณะของผลผลิตน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) ชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ร่วมกับการใช้ชนิดของสารละลายธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่แตกต่างกันมีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักต้นสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้แตกต่างกันไปด้วย โดยอิทธิพลร่วมนี้มีผลทำให้กรรมวิธีที่ปลูกด้วยแกลบเผาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 57.56 กรัมต่อต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนกรรมวิธีที่ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยรองลงมา คือ การใช้ขุยมะพร้าวร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 แกลบเผาร่วมกับน้ำหมักอินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย เท่ากับ 44.85 และ 40.33 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่ต่างกันพบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบการปลูกพืชแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปฏิสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีที่ใช้วัสดุปลูก แกลบเผา และขุยมะพร้าว+แกลบเผา ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่ต่างกัน ให้การเจริญเติบโตในลักษณะของความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และน้ำหนักต้นสดดีที่สุดมากกว่าการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต่างกันและความเข้มข้นของสารละลายที่ต่างกัน ชี้ให้เห็นว่าแกลบเผา และขุยมะพร้าว+แกลบเผา เป็นวัสดุปลูกที่เหมาะสมมากกว่าการใช้ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวในระบบปลูกพืชแนวตั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Quy ที่พบว่าการใช้ขุยมะพร้าว แกลบเผา และขุยมะพร้าว+แกลบเผา เป็นวัสดุปลูกในระบบปลูกพืชแนวตั้ง การให้น้ำ 4 ครั้งต่อวัน พบว่าผักกาดหอมให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของดีที่สุด[12] จากการวิจัยเรื่องการใช้น้ำเลี้ยงปลาร่วมกับสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ของศูนย์เกษตรกรรมบางไทร ปุ๋ยหมักและน้ำไส้เดือน ที่มีผลต่อผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งที่ปลูกในระบบปลูกพืชแนวตั้ง พบว่าการใช้น้ำเลี้ยงปลาร่วมกับธาตุอาหารไฮโดรโพนิกส์ ให้จำนวนใบ ความสูงต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักต้นแห้ง และผลผลิตน้ำหนักสดสูงที่สุด[11]

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของธาตุอาหารพืชแบบสารเคมีไฮโดรโพนิกส์ และชีวภาพที่ร่วมกับวัสดุปลูกต่างชนิดกันและความเข้มข้นที่ต่างกันโดยภาพรวมพบว่ามีความผันแปรไปตามชนิดของธาตุอาหารพืชที่ใช้ โดยการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ให้ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบการปลูกพืชแนวตั้งดีที่สุด รองลงมาคือน้ำหมักอินทรีย์ที่สามารถให้ผลผลิตผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ได้เช่นกัน เหมาะสมที่จะใช้เป็นสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบการปลูกพืชแนวตั้งในทุกวัสดุปลูกที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบัญชา ที่ทำการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยใช้น้ำหมักชีวภาพมูลวัวเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าปุ๋ยเคมียังคงให้ผลผลิตดีที่สุดเพราะปุ๋ยเคมีไฮโดรโพนิกส์มีธาตุอาหารพืชครบถ้วนตามที่พืชต้องการ[8] และสอดคล้องการงานวิจัยของสมเกียรติ ซึ่งพบว่าการใช้ความเข้มข้นในอัตรา 1:200 มีแนวโน้มของการเติบโตของผักคะน้าใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว[13] อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำหมักอินทรีย์มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณธาตุอาหารพืชในสารเคมีไฮโดรโพนิกส์ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกันจึงมีผลทำให้น้ำหมักอินทรีย์ให้ผลผลิตผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ต่ำกว่าที่ปลูกในสารเคมีไฮโดรโพนิกส์ แต่หากใช้น้ำหมักอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นที่สูงขึ้นน่าจะมีผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้นกว่านี้ได้ ซึ่งจะสามารถใช้ทดแทนสารเคมีไฮโดรโพนิกส์ได้เช่นเดียวกับการทดลองที่พบว่าระบบการปลูกพืชแนวราบและการประยุกต์ใช้น้ำสกัดชีวภาพ[14] จะเป็น

อีกแนวทางหนึ่งที่จะลดปัญหาของใช้สารเคมีในการปลูกพืช

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้โดยภาพรวม พบว่า การใช้สารละลายเคมีธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ร่วมกับแกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว+แกลบเผาที่ความเข้มข้น 1:100 เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุด รองลงมาคือการใช้น้ำหมักอินทรีย์ร่วมกับแกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว+แกลบเผาที่ความเข้มข้น 1:100 ที่มีเพียงบางลักษณะที่วัดเท่านั้นที่สามารถให้ผลที่ใกล้เคียงเทียบเท่าได้ แต่การใช้น้ำหมักอินทรีย์ก็สามารถให้ผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ได้เช่นกัน (Figure 6)

สรุป

การใช้สารละลายเคมีธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ร่วมกับแกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว+แกลบเผาที่ความเข้มข้น 1:100 เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากในสารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์มีธาตุอาหารที่พืชต้องการครบทั้ง 16 ธาตุ จึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใช้น้ำไส้เดือนและน้ำหมักอินทรีย์ แต่การใช้น้ำหมักอินทรีย์ในระบบการปลูกพืชแนวตั้งและระบบไฮโดรโพนิกส์สามารถใช้ทดแทนการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชไฮโดรโพนิกส์ได้ ซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ดังนั้นการศึกษานี้ พบว่าสามารถนำระบบการพืชปลูกแนวตั้งนี้ไปใช้กับพื้นที่จำกัดในสภาพสังคมเมืองได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำเพื่อให้งานออกมาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณโครงการพัฒนาต้นแบบระบบการปลูกพืชในแนวตั้งร่วมกับการเลี้ยงปลาเพื่อความมั่นคงด้านอาหารในสภาพชุนชนเมือง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์งบประมาณ อุปกรณ์และสถานที่ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการของภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตรที่คอยให้ความสะดวกด้านต่างๆ ในระหว่างการทำวิจัย

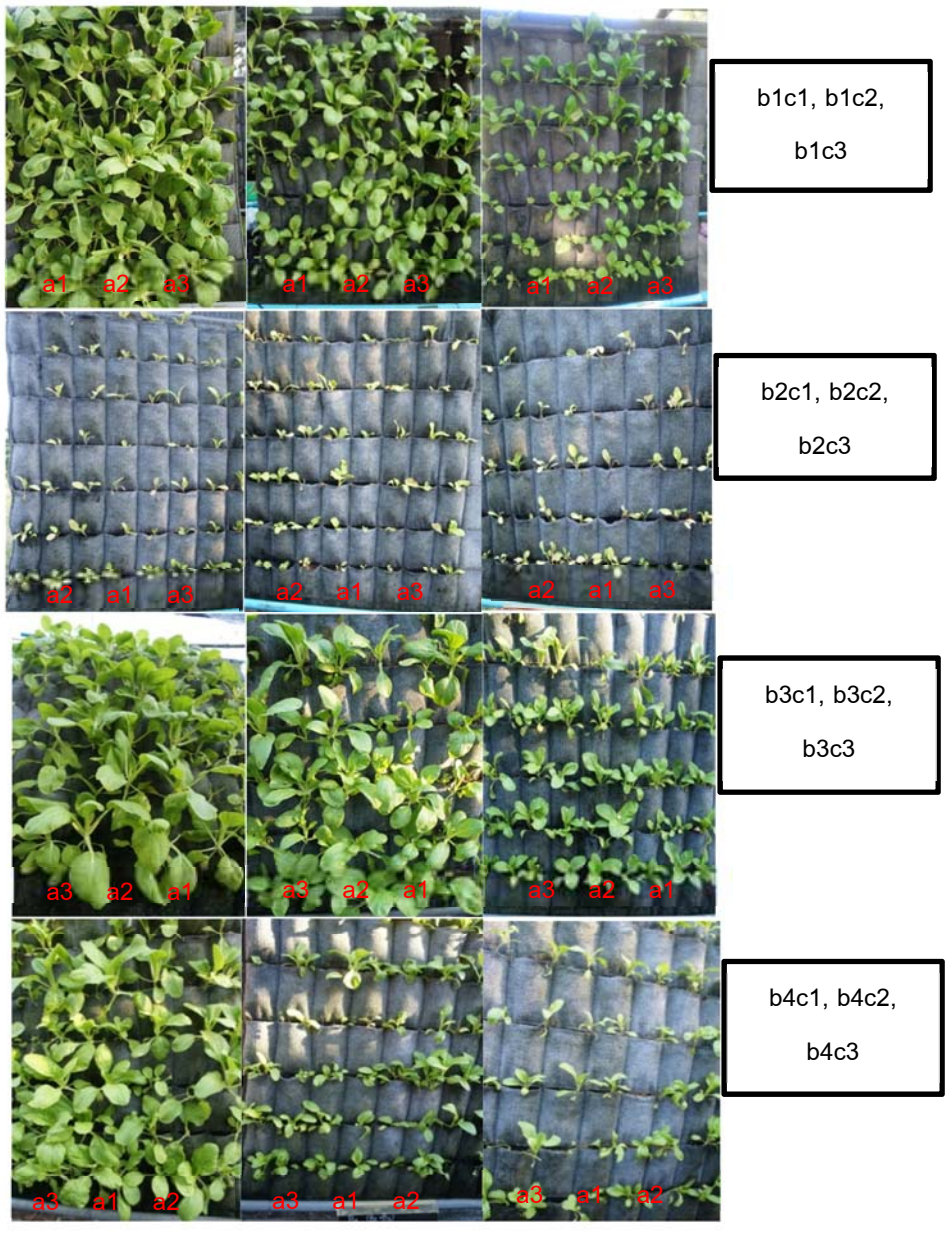

Figure 6 Growth and yields of Pak Choi (*Brassica Chinensis* var. chinensis) in vertical cultivation (a1 = coconut coir, a2 = carbonized rice hull, a3 = coconut coir with carbonized rice hull ratio 1:1) (b1 = hydroponic nutrition, b2 = earth worm compost, b3 = organic fertilizer, b4 = earth worm compost mixed organic fertilizer ratio 1:1) (c1 =1:100, c2 = 1:500, c3 = 1:1000)

เอกสารอ้างอิง

1. กมล เลิศรัตน์. เทคโนโลยีการผลิตพืชแห่งศตวรรษที่ 21. วารสารแก่นเกษตร 2555;40 (ฉบับพิเศษ 4):1-8
2. อดิศักดิ์ เหล่าพิมพ์. เกษตรกรรมแนวตั้ง Vertical Farm และระบบ Robot Farm. [ออนไลน์] ได้จาก: http://www.organicfamthailand.com/?p=1268. 2559
3. พาสินี สุนากร. ผนังสีเขียว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร; 2550.
4. ดนัย วรรณวนิช. สูตรปุ๋ยสำหรับการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์. คณะเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี. 2551.
5. พัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์, ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม และ วาสนา บัวงาม. การวิเคราะห์การสะสมไนเตรทในผักสด. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. หน้า 289-298.
6. Mishra B.B, Nayak K.C. Organic farming for sustainable agriculture. Orissa Review. 2004; 42-45
7. Leonard S S, Cutler D, Ding M, Vallyatthan V, Castranova V and Shi X. Antioxidant properties of fruit and and vegetable juices: More to the story than ascorbic acid. Ann. Clin Lab Sci 2002; 32: 193-200.
8. วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ. ปฏิรูปเกษตรกรรมเพื่อความมั่นคงทางอาหาร. สำนักหอสมุดแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร; 2553.
9. บัญชา รัตนีทู. ผลของน้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์. Princess of Naradhiwas University Journal; 2556. ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม.
10. วุฒิกร จันทร์มาก, ศศมล ผาสุก และ ชาตรี เกิดธรรม. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากปลาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกแบบไร้ดิน. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ 3;2552. ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์-พฤษภาคม.
11. นริศ สินศิริ และวรรทณา สินศิริ. การพัฒนาต้นแบบระบบปลูกพืชในแนวตั้งร่วมกับน้ำเลี้ยงปลาเพื่อความมั่นคงด้านอาหารในสภาพชุมชนเมือง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2557
12. Nguyen Van Quy. Cultivation and maintenances Techniques of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) by vertical hydroponics system. Mahasarakham University; 2015.
13. สมเกียรติ สุวรรณคีรี. รายงานการวิจัยเรื่องผลของการใช้น้ำสกัดชีวภาพต่อผลผลิตผักกาดกวางตุ้ง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่;2545.
14. วีณารัตน์ มูลรัตน์, สมชาย ชคตระการ และ อัญชลี จาละ. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนการใช้น้ำตาลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48;2553. หน้า 82-88.