

# การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักกาดหอมกรีนคอสในระบบไฮโดรโปนิกส์

## The Use of Organic Fertilizers for Green Cos in Hydroponics Culture

ทัตพล พุ่มดารา<sup>1</sup>, อาคม คิตสง่า<sup>1</sup> และ นิสาชล เทตศรี<sup>1\*</sup>

Tatapol pumdara<sup>1</sup>, Arkhom Kidsanga<sup>1</sup> and Nisachon Tedsree<sup>1\*</sup>

**บทคัดย่อ:** ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมกรีนคอส (*Lactuca sativa* L.) ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบน้ำนิ่งเติมอากาศ โดยใช้สารละลายธาตุอาหารเป็นปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งวิธีการใส่ปุ๋ยเป็น 4 ชุดการทดลองๆ 3 ซ้ำ ได้แก่ สารละลายมาตรฐาน AB สารละลายมูลค้างคาว สารละลายมูลไก่ และสารละลายมูลรวม ทำการทดลองที่โรงเรือนควบคุมสภาพอากาศ ของสาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ทำการเก็บผลผลิตเมื่ออายุครบ 28 วัน พบว่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักกาดหอมกรีนคอส มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยผักกาดหอมกรีนคอสที่ปลูกในสารละลายมาตรฐาน AB ให้น้ำหนักสดมากที่สุด คือ  $177.47 \pm 8.25$  กรัมต่อต้น รองลงมาคือ สารละลายมูลไก่ และสารละลายมูลรวม โดยมีน้ำหนักสดอยู่ที่  $169.42 \pm 7.02$  กรัม และ  $43.26 \pm 5.91$  กรัมต่อต้น ตามลำดับ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำสารละลายมูลไก่มาใช้ทดแทนสารเคมีในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้

**คำสำคัญ:** กรีนคอส, ปุ๋ยอินทรีย์, ไฮโดรโปนิกส์

**ABSTRACT:** A study on growth of Green cos in hydroponics culture (Deep water technique, DWT) The experiment was set as completely randomized design. The applications of fertilizer were using 4 treatments with 3 replication : treatment 1 applied AB standard chemical solution, treatment 2 applied bat manure solution, treatment 3 applied chicken manure solution and treatment 4 applied mix manure solution. The experiment was conducted at evaporative cooling greenhouse, Division of Agricultural Technology, faculty of Science and arts, Burapha University, Chanthaburi Campus. The products were harvested when on 28 day. The results show that the average fresh weight of green cos was statistically significant different ( $p < 0.05$ ). The treatment 1 was given the highest fresh weight at  $177.47 \pm 8.25$  g and followed by treatment 3 and treatment 4 at  $169.42 \pm 7.02$  g and  $43.26 \pm 5.91$  g, respectively. It has been alternative to use chicken manure solution instead chemical fertilizer for plant production in hydroponics culture.

**Keywords:** green cos, organic fertilizer, hydroponics

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

Division of Agricultural Technology, Faculty of Science and Arts, Burapha University, Chanthaburi Campus.

\* Corresponding author: nisachon@buu.ac.th

## บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกพืชไม่ใช้ดินมีความนิยมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารหรือการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) ซึ่งเป็นวิธีการปลูกพืชที่สามารถพัฒนาคุณภาพของผลผลิตได้ โดยเฉพาะพืชผัก ปัญหาที่พบในการปลูกพืชไร้ดินคือ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงไม่ว่าจะเป็นในด้านวัสดุอุปกรณ์การปลูก การดูแลการจัดกาที่ต่ออาศัยความรู้และความชำนาญ รวมทั้งมูลค่าราคาปุ๋ยที่ใช้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยเคมีสูตรเฉพาะที่มีราคาสูง (ดิเรก, 2550) และยิ่งการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์เป็นการให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านราก ดังนั้นสารละลายอาหารจึงเป็นหัวใจสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช (สมัย, 2553) การใช้ปุ๋ยในปริมาณมากเพื่อเพิ่มผลผลิตอาจเกิดการเสี่ยงต่อการตกค้างของสารเคมีในพืชได้ เกษตรอินทรีย์คือระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมรักษาสมดุลของธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่างๆที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อม เน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพเป็นหลัก ผลผลิตที่ได้ปลอดภัยจากอันตรายของสารพิษตกค้าง ทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตผู้บริโภคและไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม (กรมวิชาการเกษตร, 2543) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แต่การนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินยังมีข้อเสีย โดยระหว่างปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะโมเลกุลของไนโตรเจน ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์จะมีโครงสร้างโมเลกุลของไนโตรเจนที่ซับซ้อน พืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้ได้จึงจำเป็นต้องมีการย่อยสลายโมเลกุลให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการหมักโดยการทำงานของจุลินทรีย์ (Kimberly, 2013) โดยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินส่วนใหญ่จะปลูกผักใบเขียวซึ่งมีความต้องการไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลัก จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการหมักมาใช้ทดแทนปุ๋ย

เคมีในงานปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรของประเทศอีกด้วย

การทดลองนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เพื่อให้ปุ๋ยอินทรีย์สลายตัวเป็นธาตุอาหารในรูปที่พืชนำไปใช้ได้ และเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการการนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

## วิธีการศึกษา

ทำการปลูกผักกาดหอมกรีนคอส แบบไม่ใช้ดินในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำนิ่งเต็มอากาศ (Deep Water Technique, DWT) โดยใช้กระถางขนาดความจุ 3 ลิตร ใส่สารละลายธาตุอาหารในแต่ละชุดการทดลอง ด้านบนกระถางปิดด้วยแผ่นโฟมเจาะรูสำหรับปลูกพืช โดยให้ระยะห่างระหว่างแผ่นโฟมกับสารละลายห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ในแต่ละชุดการทดลองจะทำการเติมออกซิเจนโดยการปั๊มลมต่อกับหัวทรายตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยทำการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ทำการปลูกผักกาดหอมกรีนคอสโดยใช้สารละลายมาตรฐาน AB (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ทำการปลูกผักกาดหอมกรีนคอสโดยใช้สารละลายมูลค่างควา

ชุดการทดลองที่ 3 ทำการปลูกผักกาดหอมกรีนคอสโดยใช้สารละลายมูลไก่

ชุดการทดลองที่ 4 ทำการปลูกผักกาดหอมกรีนคอสโดยใช้สารละลายมูลรวม

การเตรียมกล้าผักกาดหอมกรีนคอส โดยทำการเพาะเมล็ดในฟองน้ำขนาด 1 X 1 นิ้วจำนวน 2 เมล็ดต่อฟองน้ำ 1 ชิ้น รดน้ำให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอจนอายุครบ 14 วันหรือเริ่มมีใบจริง 2-3 ใบ ทำการคัดเลือกเฉพาะต้นที่สมบูรณ์เพียง 1 ต้นต่อฟองน้ำ ก่อนนำไปปลูกในทุกชุดการทดลอง การเตรียมปุ๋ยอินทรีย์เตรียม

โดยการหมักมูลสัตว์ในอัตราส่วน 5 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ทำการหมักแบบไม่เติมอากาศเป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยทำการคนให้เข้ากันทุกๆ 12 ชั่วโมง ก่อนใช้นำไปกรองเพื่อกำจัดเศษตะกอนออก และปรับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเป็น 2.0 mS/cm ในทุกชุดการทดลอง และทำการปรับเพิ่มให้มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 2.0 mS/cm ทุก 7 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทั้งหมด 3 ซ้ำ ทำการบันทึกสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง และบันทึกคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ตลอดระยะเวลาการทดลอง ตั้งแต่นำต้นกล้าลงปลูกในระบบจนเจริญเติบโตครบอายุเก็บเกี่ยวที่ 28 วัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองทำการวัดผลผลิตของผักกาดหอมกรีนคอส ได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก พื้นที่ใบ ปริมาณ

คลอโรฟิลล์ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows version 17.0

## ผลการศึกษา

ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศตั้งแต่เริ่มปลูกผักกาดหอมกรีนคอสจนถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ  $25.12 \pm 0.66$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ  $75.77 \pm 6.78$  เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงเฉลี่ย  $37,533.55 \pm 2,501.49$  ลักซ์ และค่าออกซิเจนในน้ำเฉลี่ย  $18.98 \pm 1.36$  มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 1)

**Table 1** The average of temperature, relative humidity, light density and dissolve oxygen

	average	maximum	minimum
Air temperature (°C)	$25.12 \pm 0.66$	24.46	25.78
Humidity (%RH)	$75.77 \pm 6.78$	68.99	82.55
Light density (Lux)	$37,533.55 \pm 2,501.49$	35,031	40,034
Dissolve oxygen (mg/l)	$18.98 \pm 1.36$	17.62	20.34
Water temperature (°C)	$26.94 \pm 2.81$	30.80	22.20

ตรวจวัดคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนคอสใน 4 ชุดการทดลอง พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.7-2.2 mS/cm โดยชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้สารละลายมูลไก่อัดเม็ดมี

ค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุด โดยเฉลี่ยอยู่ที่  $2.03 \pm 0.15$  mS/cm แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกชุดการทดลอง (Table 2)

**Table 2** The average Electrical conductivity (mS/cm) of hydroponics treatments

Treatments	week 1	week 2	week 3	week 4	average
AB Standard solution	$1.78 \pm 0.02$	$1.79 \pm 0.02$	$1.80 \pm 0.03$	$1.86 \pm 0.04$	$1.81 \pm 0.04$
Bat manure solution	$1.72 \pm 0.08$	$1.92 \pm 0.05$	$2.07 \pm 0.09$	$2.29 \pm 0.03$	$2.00 \pm 0.24$
Chicken manure solution	$1.90 \pm 0.03$	$2.07 \pm 0.05$	$2.23 \pm 0.08$	$1.94 \pm 0.06$	$2.03 \pm 0.15$
Mix manure solution	$1.76 \pm 0.03$	$1.85 \pm 0.06$	$1.79 \pm 0.09$	$2.15 \pm 0.10$	$1.79 \pm 0.33$
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

ns indicate non- significantly different at the same column

ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายใน แต่ละชุดการทดลองของผักกาดหอมกรีนคอส พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.03-8.27 โดยชุดการทดลองที่ 4 ที่ใช้สารละลายมูล

รวม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากที่สุด โดยเฉลี่ยอยู่ที่  $7.53 \pm 0.60$  แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกชุดการทดลอง (Table 3)

**Table 3** The average pH of hydroponics treatments

Treatments	week 1	week 2	week 3	week 4	average
AB Standard solution	$6.30 \pm 0.06$	$6.47 \pm 0.14$	$6.80 \pm 0.15$	$6.23 \pm 0.14$	$6.45 \pm 0.25$
Bat manure solution	$7.97 \pm 0.13$	$7.93 \pm 0.18$	$6.07 \pm 0.04$	$6.33 \pm 0.25$	$7.07 \pm 1.01$
Chicken manure solution	$7.00 \pm 0.09$	$6.57 \pm 0.12$	$6.03 \pm 0.18$	$6.67 \pm 0.25$	$6.56 \pm 0.40$
Mix manure solution	$8.27 \pm 0.25$	$7.73 \pm 0.18$	$7.23 \pm 0.54$	$6.90 \pm 0.40$	$7.53 \pm 0.60$
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

ns indicate non- significantly different at the same column

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนคอส ในด้าน ความยาวต้น ความยาวราก และพื้นที่ใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยในชุด การทดลองที่ 1 สารละลายมาตรฐาน AB ให้ความยาว ต้นและความยาวรากมากที่สุด คือ  $30.39 \pm 0.91$  และ

$30.47 \pm 0.57$  เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ในด้านของ พื้นที่ใบพบว่า ชุดการทดลองที่ 3 สารละลายมูลไก่ให้ พื้นที่ใบมากที่สุดคือ  $203.89 \pm 5.87$  ตารางเซนติเมตร (Table 4)

**Table 4** The average of leaf width, leaf length, root length, and leaf area on green cos

Treatments	shoot length (cm)	root length (cm)	leaf area (cm <sup>2</sup> )
AB Standard solution	$30.39 \pm 0.91^a$	$30.47 \pm 0.57^a$	$166.55 \pm 14.60^b$
Bat manure solution	$17.87 \pm 2.06^b$	$11.88 \pm 3.95^c$	$51.14 \pm 11.84^d$
Chicken manure solution	$29.75 \pm 1.89^a$	$24.30 \pm 3.21^b$	$203.89 \pm 5.87^a$
Mix manure solution	$21.25 \pm 1.41^b$	$14.56 \pm 4.35^{bc}$	$102.37 \pm 9.62^c$
F-test	*	*	*

\* indicate significantly different ( $P < 0.05$ ) at the same column

การเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนคอส ในด้าน น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยในชุดการทดลองที่ 1 สารละลายมาตรฐาน AB ให้น้ำหนักสดมากที่สุดคือ  $177.47 \pm 8.25$  กรัมต่อต้น แต่

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ สารละลายมูลไก่คือ  $169.42 \pm 7.02$  กรัมต่อต้น และ เมื่อตรวจสอบค่าคลอโรฟิลล์ พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 3 มีค่าไม่แตกต่างกันคือ  $41.45 \pm 1.82$  และ  $39.92 \pm 4.15$  กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 5)

**Table 5** The average of fresh weight, dry weight, and chlorophyll on green cos

Treatments	fresh weight (g)	dry weight (g)	Chlorophyll (SPAD unit)
AB Standard solution	177.47 ± 8.25 <sup>a</sup>	8.50 ± 0.31 <sup>a</sup>	41.45 ± 1.82 <sup>a</sup>
Bat manure solution	17.93 ± 1.98 <sup>c</sup>	0.99 ± 0.31 <sup>c</sup>	35.04 ± 1.56 <sup>b</sup>
Chicken manure solution	169.42 ± 7.02 <sup>a</sup>	8.59 ± 0.22 <sup>a</sup>	39.92±4.15 <sup>a</sup>
Mix manure solution	43.26 ± 5.91 <sup>b</sup>	1.98 ± 0.27 <sup>b</sup>	37.96±3.03 <sup>ab</sup>
F-test	*	*	*

\* indicate significantly different (P<0.05) at the same column

## วิจารณ์

จากการศึกษาการปลูกผักกาดหอมกรีนคอสีในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้สารละลายธาตุอาหารเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าผักกาดหอมกรีนคอสีมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน การใช้สารละลายสารละลายมาตรฐาน AB ในการปลูกมีการเจริญเติบโตดีที่สุดโดยให้น้ำหนักสดมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารละลายอินทรีย์ชนิดอื่น อาจเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์มีน้อยกว่า ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ บัญชา (2556) ที่ทำการปลูกผักกาดเขียววางตุ้งโดยใช้น้ำหมักชีวภาพมูลวัวเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าปุ๋ยเคมียังคงให้ผลผลิตดีที่สุด และปุ๋ยมาตรฐาน AB สำหรับใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์เป็นสูตรปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบตามที่พืชต้องการ (มณู, 2545) จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์กว่า แต่ถึงแม้ว่าการใช้สารละลายสารละลายมาตรฐาน AB จะดีที่สุดแต่ก็ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้สารละลายมูลไก่ และยังพบว่าการใช้สารละลายมูลไก่ ทำให้มีพื้นที่ใบมากที่สุด ซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกผักกินใบ และจากสังเกตพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของชุดการทดลองที่ใช้สารละลายปุ๋ยอินทรีย์ไม่จำเป็นต้องมีการปรับเพิ่มค่าการนำไฟฟ้า อาจเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ยังคงมีกระบวนการหมักอยู่ตลอดเวลาจึงยังคงมีการปลด

ปล่อยธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทดแทนกับธาตุอาหารที่พืชดูดเข้าไป (ชุตินันท์, 2553) ซึ่งต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณธาตุอาหารลดลงใช้แล้วหมดไป จึงต้องมีการใส่เพิ่มตลอดเวลาเพื่อให้พืชนำธาตุอาหารไปใช้ให้เพียงพอต่อความต้องการ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีต้นทุนที่สูงขึ้น

## สรุป

ผักกาดหอมกรีนคอสีที่ปลูกในสารละลายมูลไก่มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 169.42 ± 7.02 กรัมต่อต้น พื้นที่ใบเฉลี่ย 203.89 ± 5.87 ตารางเซนติเมตร และปริมาณคลอโรฟิลล์ 39.92±4.15 SPAD unit ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการการใช้สารละลายปุ๋ยมาตรฐาน AB ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้เกษตรกรใช้สารละลายมูลไก่ทดแทนการใช้สารละลายมาตรฐาน AB ในการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ต่อไป

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาเขตจันทบุรี

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2543. การพัฒนาการใช้น้ำชีวภาพเพื่อ  
การเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- ชุตินันท์ ชูพุดชา. 2553. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลด  
ปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและ  
ผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea*) ในระบบ  
เกษตรอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหา  
บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2550. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. บริษัท พิมพ์  
ดีการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- บัญชา รัตน์ทุ. 2556. ผลของน้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวต่อการ  
เจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียววางตุ้งที่ปลูก  
ในระบบไฮโดรโปนิคส์. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาส  
ราชนครินทร์. 2: 76-82.
- มณู ศิริพงษ์. 2545. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติ  
ในประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี, ปัตตานี.
- สมัย สังข์ทองราย. 2553. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักไฮโดร  
โปนิคส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- Kimberly A., F Olivier., and J. Nelso. 2556. Using Organic  
Fertilizers in Hydroponics and Recirculating Culture.  
Kansas University Research. p.24-26.