อิทธิพลของอัตราปลูกต่อผลผลิตของคะน้า (*Brassica alboglabra*) ที่ผลิตด้วยวิธีการไฮโดรโปนิกส์แบบ Dynamic Root Floating Technique

Influence of Optimum Planting Rat on Yield of Chinese Kale under Hydroponic by Dynamic Root Floating Technique

สรพงค์ เบญจศรี[1*], ศรัณญภัส รักศีล[1], เกษศิรินทร์ รัทจร[2] และการกวิน ศรีเทพ[3]

Sorapong Benchasri[1*], Saranyaphat Raksil[1], Kedsirin Ruttajorn[2] and Kankawin Srithep[3]

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราปลูกที่เหมาะสมต่อคุณภาพ และผลผลิตของคะน้าใบที่ปลูกในอัตราปลูก 4 อัตรา (ทรีตเมนต์) ประกอบด้วย 1, 2, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ ณ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ กำหนดอัตราปลูก 1 หลุมต่อต้น ซึ่งเป็นอัตราปลูกที่ใช้ในการผลิตพืชไฮโดรโปนิกส์ทั่วไปเป็นทรีตเมนต์ควบคุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ผลการทดลองพบว่า การปลูกคะน้าที่ 1 ต้น/หลุม ส่งผลให้คะน้าใบมีความกว้างทรงพุ่มดีที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 47.60±3.47 เซนติเมตร การปลูกคะน้าในอัตราปลูก 1 ต้น/หลุม มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 182.26±8.25 กรัม/ต้น โดยมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม โดยมีค่าเท่ากับ 180.21±4.25 กรัม/ต้น แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติกับการปลูกในอัตรา 3 และ 4 ต้น/หลุม ส่วนน้ำหนักแห้ง พบว่าการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 1 และ 2 ต้น/หลุม มีค่าไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเท่ากับ 11.67±2.04 และ 9.89±2.03 กรัม/ต้น ตามลำดับ ผลจากการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตคะน้าภายใต้ระบบไฮโดรโปนิกส์ทางการค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ผัก, Dynamic Root Floating Technique (DRFT), การเจริญเติบโต

ABTRACT: The objective of this study was to study the suitable planting rate for chinese kale yield and quality. The yields of Chinese kale grown at 4 planting rates (treatments) consisting of 1, 2, 3 and 4 plants/hole. This study was carried out at Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University. Specing rate of 1 plant/hole, commercial cultivation rate, was used as a control treatments. Completely Randomized Design was used in this design. The results showed that 1 plant/hole had the highest width canopy (47.60 ± 3.47 cm). Planting 1 plant/hole had the highest fresh weight 182.26 ±. 8.25 grams/plant. However, no statistically significant difference with 2 plantings/hole at 180.21 ± 4.25 grams/plant were not found. But there were statistically significant differences with 3 and 4 plants/hole. Planting 1 and 2 plants/hole were not different with the dry weight about 11.67 ± 2.04 and 9.89 ± 2.03 grams/plant, respectively. The results of this experiment can be applied to the chinese kale production system under the commercial hydroponic system.

Keywords: Vegetable, Dynamic Root Floating Technique (DRFT), Growth

[1] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ จ.พัทลุง
Department of Plant Science, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung

[2] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จ.พัทลุง
Department of Biology, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung

[3] โรงเรียนบ้านลำแพะ, สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตรัง เขต 2, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
Banlumpae school, Trang Primary Educational Service Office Area Office 2, Office of the Basic Education Commission

* Corresponding author : benchasri@gmail.com

บทนำ

คะน้าใบเป็นผักชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูก เพราะมีข้อดีในหลายประเด็น ไม่ว่าจะเป็นความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ โดยจากการรายงานพบว่าผลผลิตของคะน้ามีการส่งจำหน่ายต่างประเทศมากถึง 250 ล้านบาทต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร ม 2560) นอกจากนี้คะน้าใบมีความสำคัญด้านคุณค่าทางโภชนาการ โดยคะน้าประกอบด้วยสารอาหารสำคัญหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น โปรตีน แคลเซียม เหล็ก วิตามิน เส้นใย หรือสารประกอบเชิงซ้อน กลุ่มสารพฤกษเคมี (Phytochemical) (Acikgoz, 2011; Acikgoz and Deveci, 2011) ซึ่งสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้จำเป็นต่อร่างกายของมนุษย์ โดยเฉพาะสารพฤกษเคมีนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านทานมะเร็ง ลดอนุมูลอิสระ และลดความเสี่ยงของโรคต่างๆ (La et al., 2013) คะน้าจึงเป็นพืชผักที่มีคุณค่าและมูลค่าชนิดหนึ่งของประเทศไทย จากการรายงานของ สรพงศ์ และคณะ (2562) พบว่าแนวโน้มการผลิตและการบริโภคคะน้ามีเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ดังนั้นเกษตรกรจึงพยายามหาวิธีการผลิตคะน้าให้ตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาระบบการผลิตแบบใหม่ หรือการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยว และพบว่าการผลิตคะน้าไฮโดรโปนิกส์แบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของเกษตรทางเลือก โดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ที่มีการจัดปัจจัยการผลิตเพื่อให้คะน้ามีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ผลผลิตสูง สะอาด มีคุณภาพดี และปลูกได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี (สกุลรัตน์ และคณะ, 2556) จากข้อดีดังกล่าวการผลิตคะน้าไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT น่าจะประสบความสำเร็จเป็นอย่างสูง แต่จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของคณะผู้วิจัยพบว่าเกษตรกรทั่วไปที่ผลิตคะน้าใบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ประสบปัญหาการเจริญเติบโต และได้ผลผลิตน้อย เนื่องจากเกษตรกรใช้อัตราปลูก เช่นเดียวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ชนิดอื่น แต่คะน้าใบมีขนาดทรงพุ่ม ความสูง ลักษณะใบ หรือรูปแบบทรงต้น แตกต่างจากพืชชนิดอื่น (ธวัชชัย และคณะ, 2558) จึงมีการตอบสนองต่อปัจจัยดังกล่าวต่างกัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ที่ปลูกในอัตราปลูกต่างกัน

วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบทดลองโดยนำเมล็ดพันธุ์คะน้าใบที่มีคุณภาพดีมาเพาะในฟองน้ำรูปทรงลูกเต๋าขนาด 25 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน (Figure 1) เพื่อใช้เป็นต้นกล้าคะน้าในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และคุณภาพของคะน้าไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ณ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง โดยศึกษาอัตราปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของคะน้าที่ผลิตภายใต้รูปแบบ DRFT สำหรับการปลูกคะน้าใบไฮโดรโปนิกส์นั้นเริ่มโดยการนำแผ่นฟองน้ำกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร มาเจาะรู (หลุม) มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2.5 เซนติเมตร (Figure 1) โดยแต่ละหลุมมีระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร (สรพงศ์ และคณะ,2562) และกำหนดให้แต่ละหลุมมีอัตราปลูก 4 อัตรา (ทรีตเมนต์) ประกอบด้วย 1, 2, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ กำหนดอัตราปลูก 1 หลุมต่อต้นซึ่งเป็นอัตราปลูกที่ใช้ในการผลิตพืชไฮโดรโปนิกส์ทั่วไปเป็นทรีตเมนต์ควบคุม โดยแต่ละทรีตเมนต์ ปลูก 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูกคะน้าใบ 20 หลุม หลังจากนั้นนำคะน้าใบทั้งหมดวางบนชุดโต๊ะไฮโดรโปนิกส์ขนาด 1x4 เมตร (4 ตารางเมตร) และเติมปุ๋ยสูตรเอและสูตรบีทุกๆ สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ แล้วงดการเติมปุ๋ย 1 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตของคะน้า เพื่อป้องกันการตกค้างของปุ๋ยในต้นคะน้า สำหรับการทดลองครั้งนี้มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) หลังจากนั้นเก็บเกี่ยวผลผลิตของคะน้าและบันทึกข้อมูล ประกอบด้วยความกว้างทรงพุ่ม ปริมาณน้ำหนักสดต่อต้น ปริมาณน้ำหนักแห้งต่อต้น และราคาขายต่อพื้นที่จากทุกทรีตเมนต์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows เพื่อคำนวณค่าความแปรปรวนแบบสองทาง (Two Way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant significance (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

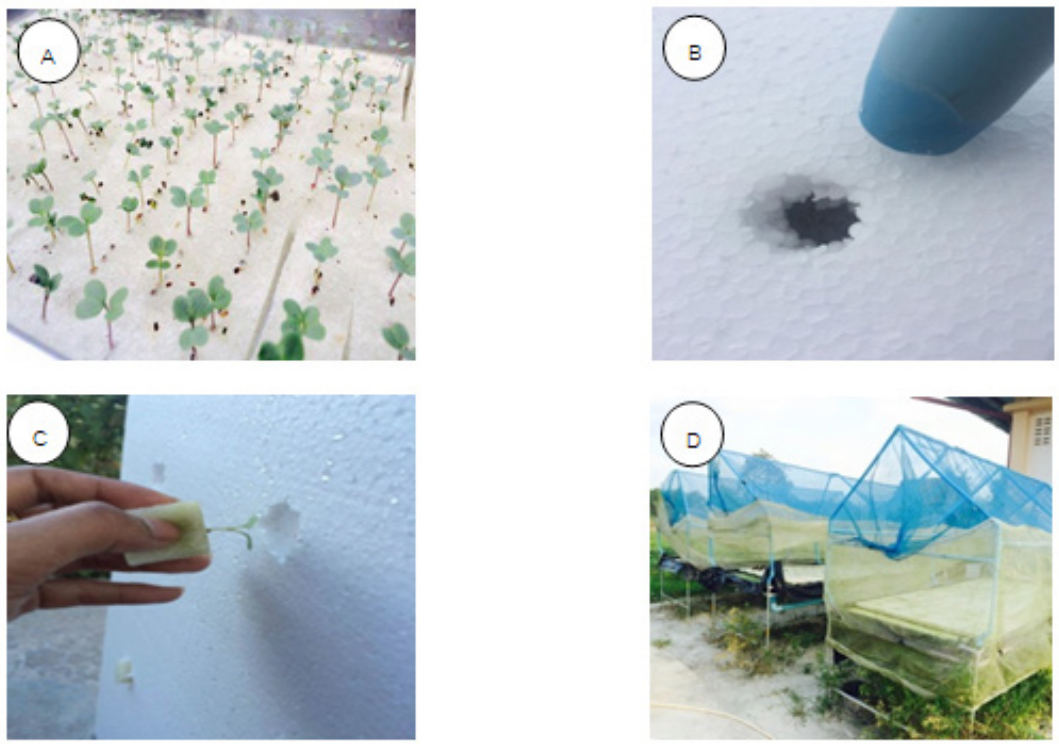

Figure 1 Seedling and planting preparing

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความกว้างทรงพุ่มของอัตราปลูก

ผลการศึกษาความกว้างทรงพุ่มของอัตราปลูกต่างๆ พบว่าอัตราปลูกแต่ละอัตราปลูกตามช่วงอายุสัปดาห์ต่างๆ กันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่การเปรียบเทียบความกว้างทรงพุ่มในแต่ละอัตราปลูกภายในสัปดาห์ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 3, 4 และ 5 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับความกว้างทรงพุ่มในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 32.27±2.82, 32.20±1.80, 28.63±5.52 และ 26.10±6.45 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 2, 1, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 5 มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 47.60±3.47, 39.73±1.08, 39.63±1.44 และ 36.50±3.39 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 1, 2, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ (**Table 1**)

ปริมาณน้ำหนักสดต่อต้นของอัตราปลูก

ผลการศึกษาน้ำหนักสดต่อต้นของอัตราปลูกต่างๆ และปริมาณน้ำหนักแห้งต่อต้นของคะน้าใบ พบว่ามีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของแต่ละสัปดาห์ โดยพบว่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อต้นจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ โดย 5 สัปดาห์หลังปลูกพบว่าที่อัตราปลูกปลูก 1 ต้น/หลุม มีผลผลิตดีที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 182.26±8.25 กรัม/ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 180.21±4.25 กรัม/ต้น ส่วนอัตราปลูก 3 และ 4 ต้น/หลุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดัง **Table 2**

Table 1 Wide canopy of chinese kale

Treatments	Weeks after transplanting					F-test	LSD,0.01	CV
	1 Week (cm)	2 Weeks (cm)	3 Weeks (cm)	4 Weeks (cm)	5 Weeks (cm)			
1 (T_1)	4.03±0.49Ae	10.37±1.64Ad	24.47±1.85Ac	32.20±1.80Ab	47.60±3.47Aa	**	4.84	3.22
2 (T_2)	3.80±0.36Ae	10.00±1.32Ad	18.57±2.17Bc	32.27±2.82Ab	39.73±1.08Ba	**	4.09	9.35
3 (T_3)	3.37±0.29Ad	9.97±1.55Bd	17.83±0.91Bc	28.63±5.52ABb	39.63±1.44Ba	**	6.75	10.36
4 (T_4)	3.30±0.36Ae	9.30±1.47ABd	16.23±3.66Bc	26.10±6.45Bb	36.50±3.39Ba	**	4.86	7.41
F-test	ns	ns	*	*	*	-	-	-
$LSD_{0.05}$	0.68	1.90	5.35	6.08	5.83	-	-	-
CV	9.70	3.93	455	3.59	7.07	-	-	-

Uppercase letters are vertical comparison, lowercase letters are a horizontal comparison.
ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Table 2 Fresh yield of chinese kale.

Rating	Weeks after transplanting					F-test	LSD,0.01	CV
	1 Week (cm)	2 Weeks (cm)	3 Weeks (cm)	4 Weeks (cm)	5 Weeks (cm)			
1 (T_1)	0.25±0.12Ac	2.77±0.81Ac	19.75±3.25Ac	61.25±6.25Ab	182.26±8.25Aa	**	21.24	7.59
2 (T_2)	0.19±0.11Ac	2.36±0.78Ac	19.34±2.65Ac	59.23±3.25Ab	180.21±4.25Aa	**	24.25	8.04
3 (T_3)	0.17±0.13Ac	1.98±0.58Ac	15.87±2.48Bc	44.338±4.25Ab	131.87±5.69Ba	**	23.25	3.07
4 (T_4)	0.13±0.15Ac	1.56±0.84Ac	13.87±2.44Bc	42.38±2.88Bb	130.21±8.25Ba	**	24.58	4.31
F-test	ns	ns	*	*	*	-	-	-
$LSD_{0.05}$	0.16	1.24	3.68	6.35	24.87	-	-	-
CV	3.68	4.04	5.56	6.86	6.71	-	-	-

Uppercase letters are vertical comparison, lowercase letters are a horizontal comparison.
ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Table 3 Dry weight of chinese kale.

Rating	Weeks after transplanting					F-test	LSD,0.01	CV
	1 Week (cm)	2 Weeks (cm)	3 Weeks (cm)	4 Weeks (cm)	5 Weeks (cm)			
1 (T_1)	0.05±0.01Ad	0.23±0.01Ad	1.44±0.01Ac	2.69±0.15Ab	11.67±2.04Aa	**	1.04	4.86
2 (T_2)	0.05±0.02Ad	0.22±0.03Ac	1.43±0.01ABbc	2.39±0.36ABb	9.89±2.03Aa	**	0.98	6.04
3 (T_3)	0.03±0.01Ac	0.21±0.06Ac	1.32±0.03BCb	2.03±0.12Bb	5.87±1.85Ba	**	0.88	9.07
4 (T_4)	0.03±0.01Ac	0.18±0.02Ac	1.29±0.10Cb	1.98±0.15Bb	4.98±1.25Ba	**	0.79	9.31
F-test	ns	ns	*	*	*	-	-	-
$LSD_{0.05}$	0.04	0.07	0.11	0.42	2.13	-	-	-
CV	2.45	3.04	6.54	5.26	5.73	-	-	-

Uppercase letters are vertical comparison, lowercase letters are a horizontal comparison.
ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

ปริมาณน้ำหนักแห้งต่อต้นของอัตราปลูก

ผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักแห้งต่อต้นของอัตราปลูกต่างๆ ของคะน้าใบ พบว่า มีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของอัตราปลูกแต่ละสัปดาห์ ซึ่งพบว่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อต้นจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่ 5 หลังย้ายปลูกพบว่ามีค่าเท่ากับ 11.67±2.04, 9.89±2.03, 5.87±1.85 และ 4.98±1.25 ในอัตราปลูก 1, 2, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ โดยอัตราปลูก 1 และ 2 ต้น/หลุมมีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างทางสถิติ (**Table 3**)

Table 4 Price of chinese kale in 1 m^2

Rating	Weight/plant at 5 weeks (g)	Yields/hoe (g)	Price in 1 m^2(baht)
1 (T_1)	182.26	182.26B	72.90B
2 (T_2)	180.21	360.42A	144.17A
3 (T_3)	131.87	395.61A	158.24A
4 (T_4)	130.21	520.84A	208.33A
F-test	*	*	
$LSD_{0.05}$	24.87	161.42	68.64
CV	6.71	7.05	10.42

* means significant at p<0.05 level. Price of chinese kale at 20 baht/kg.

ความคุ่มค่าของการปลูก

ผลการเปรียบเทียบผลผลิตคะน้าต่อพื้นที่ปลูก 1 หลุม พบว่าการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 4 ต้น/หลุม มีน้ำหนักรวม/พื้นที่ (หลุม) มากที่สุดคือ 520.84 กรัม/หลุม รองลงมาคือปลูก 3 และ 2 ต้น/หลุม โดยมีน้ำหนักรวมคือ 395.61 และ 360.42 กรัม/หลุม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับการปลูกคะน้าอัตราปลูก 1 ต้น/หลุม ที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดเพียง 182.26 กรัม/หลุม สำหรับน้ำหนักผลผลิต พบว่าการปลูก 4, 3 และ 2 ต้น/หลุม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่จะแตกต่างทางสถิติกับการปลูก 1 ต้น/หลุม (**Table 4**) อย่างไรก็ตาม พบว่าการปลูกในอัตรา 3 และ 4 ต้น/หลุม ถึงแม้จะมีน้ำหนักและราคาคำนวณต่อพื้นที่สูง แต่ภาพรวมของต้นคะน้าจะเล็กและผู้บริโภคไม่นิยมซื้อไปบริโภค ดังนั้นการปลูกในอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม จึงเหมาะที่สุดเพราะได้น้ำหนักดี และราคาขายสูง อีกทั้งทรงต้นยังเป็นที่ต้องการของตลาด

สรุป

ผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักสดต่อต้น พบว่าการปลูกคะน้าที่อัตราปลูก 1 และ 2 ต้น/หลุม จะให้ผลผลิตดีที่สุด และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 182.26±8.25 และ 180.21±4.25 กรัม/ต้น ตามลำดับ ในขณะที่การปลูก 3 และ 4 ต้น/หลุม มีค่าแตกต่างกัน ส่วนผลการเปรียบเทียบผลผลิตคะน้าต่อพื้นที่ปลูก 1 หลุม พบว่าการปลูกในอัตราปลูก 4, 3 และ 2 ต้น/หลุม มีน้ำหนักรวม/พื้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีน้ำหนักเท่ากับ 520.84, 395.61 และ 360.42 กรัม/หลุม ตามลำดับ แต่จะแตกต่างทางสถิติกับการปลูกคะน้าในอัตรา 1 ต้น/หลุม อย่างไรก็ตามพบว่าการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 3 และ 4 ต้น/หลุม แม้จะมีน้ำหนักและราคาคำนวณต่อพื้นที่สูง แต่ภาพรวมพบว่าคุณภาพต้นคะน้าจะไม่เหมาะแก่การจำหน่าย เนื่องจากลำต้นเล็ก ใบไม่สวย และผู้บริโภคไม่นิยมซื้อ ดังนั้นการปลูกในอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม จึงเหมาะที่สุดเพราะได้น้ำหนักดี และราคาขายสูง อีกทั้งทรงต้นยังเป็นที่ต้องการของตลาด ผลจากการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปต่อยอดในเชิงธุรกิจได้

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. เอกสารรายงานสถิติการผลิตการเกษตรตามชนิดพืชเลือกตามกลุ่มพืชผักปีเพาะปลูก 2548/2549 ทั้งประเทศ. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 120 หน้า.

ฆ้องชัย คงดี และ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง. 2553. การเจริญเติบโตของผักคะน้าคุณสมบัติทางเคมีของดิน และแบคทีเรียชอบเค็มในดินเค็มที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพต่างชนิดกัน. ว วิทย เทคโนมมส. 29(3):266-273.

ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา, อภิเดช บุญเจือ, นพรัตน์ อมัติรัตน์, ปรเมศวร์ สุทธิประภา, พลเทพ เวงสูงเนิน และ ทยาวีร์ หนูบุญ. 2558. การศึกษาเพื่อตรวจสอบหาความยาวและจำนวนแถวที่เหมาะสมของรางปลูกในการจ่ายน้ำเย็นให้กับการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์. ว.วิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ.1(2): 67-74.

มนูญ ศิรินุพงศ์, มาโนชญ์ ศรีสมบัติ และยุพดี ชัยสุขสันต์. 2555. การเจริญของผักคะน้าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผ่านการใช้แล้วจากระบบไฮโดรพอนิกส์.ว วิทยาศาสตร์ประยุกต์ 11(1):28-33.

สกุลรัตน์ ธรรมแสง สุรนาท ขมะณะรงค์ และ กิมาพร ขมะณะรงค์. 2556. การบริหารธุรกิจผักไฮโดรโปนิกส์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและการพัฒนาเชิงอุตสาหกรรม. วารสารวิจัย มข. มส. (บศ.).1(1): 54-63.

สรพงค์ เบญจศรี, ภาณุมาศ พฤฒิคณี, ธัญญารัตน์ รักรอด และ เสาวนีย์ เล็กบางพง. 2562. ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของคะน้า (*Brassica alboglabra*) ที่ผลิตด้วยวิธีการไฮโดรโปนิกส์. น 902-910 ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 29 ประจำปี 2562 วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน วันที่ 9-10 พฤษภาคม 2562 ณ โรงแรมสยามออเรียนทัล อำเภอหาดใหญ่, จังหวัดสงขลา.

Acikgoz, F.E. 2011. Mineral, vitamin C and crude protein contents in kale (*Brassica oleraceae var. acephala*) at different harvesting stages. Afr J Biotechnol. 10(75):17170-17174.

Acikgoz, F.E. and Deveci, A. 2011. Comparative analysis of vitamin C, crude protein, elemental nitrogen and mineral content of canola greens (*Brassica napus* L.) and kale (*Brassica oleracea var. acephala*). Afr J Biotechnol. 10(83):19385-19391.

Gui-xiao La, G. Yang, T., Fang, P., Guo H., Hao, X. and Huang, S. 2013. Effect of NH4+/NO3- ratios on the growth and bolting stem glucosinolate content of chinese kale (*Brassica alboglabra* L.H. Bailey). Aus J Crop Sci. 7(5):618-624

Hershey, D.R.1994. History & inexpensive equipment. Am Biol Teache. 56(2):111-118.

Jones J.B. Jr.1982. Hydroponics: Its history and use in plant nutrition studies. J Plant Nutr. 5(8):1003-1030.

Mohamad, Z.A., Chokchaichamnankit, D., Bhinija K., Paricharttanakul, N.M.,,Jisnuson Svasti, J., Huehne, P.S. and Srisomsap C. 2011. Proteomic analysis of Chinese kale (*B. alboglabra*) leaves during growth. J Intergrated Omics. 1(1):102-107.