

สภาวะที่เหมาะสมของการใช้ปัสสาวะที่มีผลต่อน้ำหนักสดของคะน้า
**OPTIMUM CONDITIONS OF USING URINE
ON FRESH WEIGHT OF CHINESE KALE**

จักรกฤษ ศรีละออ
Chakkrit Sreela-or

Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University
corresponding author e-mail: chakkrit@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้ปัสสาวะต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักสดของคะน้า โดยใช้การทดลองการตอบสนองพื้นที่ผิวแบบการทดลองแบบส่วนผสมกลาง โดยศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัย ได้แก่ ความเข้มข้นของปัสสาวะ ปริมาณการใส่ปัสสาวะ และความถี่การใส่ปัสสาวะ จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการใช้ปัสสาวะต่อการเจริญเติบโตของคะน้า คือ ความเข้มข้นของปัสสาวะร้อยละ 25.04 ปริมาณการใส่ปัสสาวะ 76.09 มิลลิลิตรต่อต้น และความถี่การใส่ปัสสาวะทุก 6.00 วัน จะทำให้ได้น้ำหนักสดของคะน้าที่ 115.74 กรัม และได้มีการทดลองซ้ำจากสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทำนายโดยสมการพบว่าทำให้น้ำหนักสดเท่ากับ 117.08 กรัม ซึ่งค่าที่ได้มีความแตกต่างจากสมการเพียงร้อยละ 1.15

คำสำคัญ: สภาวะที่เหมาะสม ปัสสาวะ คะน้า

Abstract

Factors affecting on Chinese Kale fresh weight by urine were optimized using response surface methodology with central composite design. Investigated parameters included urine concentration, volume of urine and application rate frequency. Results revealed that the optimum conditions were a urine concentration of 25.04%, volume of urine of 76.09 ml/plant and application rate frequency of 6.00 day. Under the optimal conditions, a maximum fresh weight of 115.74 g was obtained. The confirmation experiment under optimal condition showed a fresh weight of 117.08 g. This was only 1.15%, different from the predicted values.

Keywords: optimization, urine, Chinese Kale

บทนำ

คะน้า (Chinese Kale) เป็นพืชผักเศรษฐกิจของประเทศไทยที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน (Land Development Department, 2005) การผลิตส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตทำให้เกิดปัญหาทางด้านต้นทุนที่สูงขึ้น

และการตกค้างของสารเคมี (Yodprech, 2009) จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดการศึกษาวิจัยในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชของเกษตรกร โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นอีกแนวทางหนึ่งจะสามารถลดการใช้สารเคมีในการทำการเกษตรได้ ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อดีคือ สามารถผลิตได้จากของเสียเหลือใช้ ทำให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก และที่สำคัญคือไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค วัตถุดิบที่นำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีความหลากหลาย เช่น มูลสัตว์ (Detpiratmongkol & Liphan, 2015) เศษอาหาร (Thadinjan, 2014) วัชพืช (Paekum et al., 2014) เป็นต้น ในปัจจุบันมีความต้องการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่สูงมาก แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากวัตถุดิบที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงมีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำของเสียเหลือใช้ชนิดต่าง ๆ มาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ปัสสาวะจัดเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจเนื่องจากมีปริมาณมาก หาง่าย และต้นทุนต่ำ นอกจากนั้นปัสสาวะยังประกอบด้วย ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชในปริมาณที่สูงไม่ว่าจะเป็น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (Ranasingheet al., 2016) อย่างไรก็ตามการใช้ปัสสาวะในการเพาะปลูกพืชยังมีข้อจำกัดทางการ สูญเสียธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจนเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลาานาน (Tanmoy & Pradip, 2011) และทำให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อก่อโรค (Hoglund et al., 1998) นอกจากนั้นยังไม่มีการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัสสาวะ เช่น ปริมาณการใช้ที่เหมาะสม ดังนั้นการวิจัยใน ครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้ปัสสาวะที่ส่งผลต่อการผลิตคะน้า โดยใช้การ ออกแบบการทดลองการตอบสนองพื้นที่ผิว (response surface methodology; RSM) เป็นวิธีการ ทางคณิตศาสตร์และสถิติที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากความสัมพันธ์ ของตัวแปรหลายตัวแปร เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ ของตัวแปรในรูปกราฟสามมิติและใช้การทดลองแบบส่วนผสมกลาง (central composite design; CCD) ซึ่งเป็นการออกแบบการทดลองโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ ตัวแปรต่าง ๆ ที่เมื่อตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเพิ่มหรือลดค่าตัวแปรอื่นอาจเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่ไม่ เป็นเส้นตรง ทำให้ต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง (quadratic relationship) เพื่อเป็นการลด การใช้สารเคมีในการผลิตพืชอาหารด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากของเหลือทิ้ง และนำความรู้ที่ได้จากการ วิจัยในครั้งนี้มาทำการสังเคราะห์ตลอดจนนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อส่งเสริมและแนะนำให้แก่เกษตรกร ผู้เพาะปลูกคะน้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองการหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้ปัสสาวะต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนั กสดของคะน้า ใช้การออกแบบการทดลองการตอบสนองพื้นที่ผิว โดยการใช้การทดลองแบบส่วนผสม กลางศึกษาการหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้ปัสสาวะต่อน้ำหนักสดของคะน้า มีสิ่งทดลอง ควบคุมของการทดลองนี้คือ ไม่ใส่ปุ๋ยให้กับคะน้า และการใช้ปุ๋ยยูเรียโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การเตรียมปัสสาวะที่ใช้ในการทดลอง

ปัสสาวะที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา จากคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 300 คน โดยนำขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างปัสสาวะไว้ในห้องน้ำของคณะ หลังจากนั้นนำปัสสาวะ

ที่เก็บได้มาผสมกันและนำไปเก็บรวบรวมไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 วัน ก่อนนำมาใช้เพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร และการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ หลังจากนั้นนำปัสสาวะมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุอาหารพืชในปัสสาวะโดยการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl method วิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมด้วยวิธี Wet digestion and spectrophotometer วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียมด้วยวิธี Wet digestion and atomic Absorption spectroscopy (Land Development Department, 2010) ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงไว้ใน Table 1 โดยการเตรียมปัสสาวะที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้จากการนำปัสสาวะมาผสมกับน้ำตามอัตราส่วน เช่น ความเข้มข้นของปัสสาวะที่ร้อยละ 30 ปริมาตร 1.00 ลิตร ได้จากการนำปัสสาวะ 0.30 ลิตร มาผสมกับน้ำ 0.70 ลิตร

Table 1 Chemical Composition of Urine

Parameters	Concentration (mg/L)
Nitrogen	1,872.20
Phosphorus	131.00
Potassium	142.90
Calcium	19.50

2. การเตรียมพืชทดลอง

เพาะกล้าคะน้าโดยนำเมล็ดคะน้ามาหยอดในถาดเพาะที่เตรียมไว้ โดยหยอดหลุมละหนึ่งเมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุครบ 14 วัน ซึ่งจะมีใบจริง 2-3 ใบ ย้ายปลูกลงกระถางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้วที่เตรียมไว้ 1 ต้น ต่อหนึ่งกระถาง จำนวน 66 กระถาง รดน้ำวันละ 1 ครั้ง โดยไม่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และไม่มีการใส่ปุ๋ย ยกเว้นสิ่งทดลองควบคุมที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย

3. การออกแบบการทดลอง

การทดลองการหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้ปัสสาวะต่อน้ำหนักสดของคะน้า โดยใช้วิธีการตอบสนองต่อพื้นที่ผิว แบบส่วนผสมกลางทำการศึกษปัจจัยหลักที่คาดว่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้า โดยการแปรผันระดับปัจจัยเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับลบแอลฟา ($-\alpha$) ระดับต่ำ (low level) ระดับกลาง (medium level) ระดับสูง (high level) และระดับแอลฟา (α) ดังที่แสดงไว้ใน Table 2 และชุดการทดลองการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของคะน้า โดยใช้การออกแบบการทดลองทางสถิติแบบส่วนผสมกลางดังที่แสดงไว้ใน Table 2 กำหนดค่าตอบสนอง (response) คือ น้ำหนักสดของคะน้า

Table 2 Experimental variables and levels investigated by central composite design

Code	Variable	Parameter value				
		$-\alpha$	Low	Medium	High	α
X ₁	Urine concentration (%)	3.18	10.00	20.00	30.00	36.82
X ₂	Volume of urine (mL/plant)	53.18	60.00	70.00	80.00	86.82
X ₃	Application rate frequency(Day)	3.00	4.00	6.00	8.00	9.00

4. การให้ปุ๋ยสภาวะแก่พืชทดลอง

ทำการให้ปุ๋ยสภาวะแก่คะน้าครั้งแรกเมื่อคะน้าอายุ 14 วัน โดยการรดที่โคนต้นที่ความเข้มข้นตามที่ได้ออกแบบไว้ใน Table 3

Table 3 Central composite experimental design matrix defining urine concentration (x_1), volume of urine (x_2) and application rate frequency (x_3) on fresh weight of Chinese Kale

Run	X ₁ (Code)	X ₁ (Observed)	X ₂ (Code)	X ₂ (Observed)	X ₃ (Code)	X ₃ (Observed)
1	-1.682	3.18	0.000	70.00	0.000	6.00
2	0.000	20.00	0.000	70.00	0.000	6.00
3	0.000	20.00	0.000	70.00	0.000	6.00
4	1.000	30.00	-1.000	60.00	1.000	8.00
5	1.000	30.00	-1.000	60.00	-1.000	4.00
6	0.000	20.00	0.000	70.00	0.000	6.00
7	0.000	20.00	0.000	70.00	-1.682	3.00
8	0.000	20.00	0.000	70.00	0.000	6.00
9	-1.000	10.00	-1.000	60.00	-1.000	4.00
10	-1.000	10.00	1.000	80.00	-1.000	4.00
11	0.000	20.00	-1.682	53.18	0.000	6.00
12	-1.000	10.00	1.000	80.00	1.000	8.00
13	0.000	20.00	0.000	70.00	1.682	9.00
14	1.682	36.82	0.000	70.00	0.000	6.00
15	1.000	30.00	1.000	80.00	-1.000	4.00
16	0.000	20.00	0.000	70.00	0.000	6.00
17	0.000	20.00	1.682	86.82	0.000	6.00
18	0.000	20.00	0.000	70.00	0.000	6.00
19	-1.000	10.00	-1.000	60.00	1.000	8.00
20	1.000	30.00	1.000	80.00	1.000	8.00

Remark -1.682=- α level, -1=Low level, 0=Medium level, 1=High level, 1.682= α level

5. การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกข้อมูลน้ำหนักสดทั้งต้นของคะน้าเมื่ออายุครบ 45 วัน โดยทำการถอนพร้อมรากและชั่งน้ำหนักในหน่วยกรัมต่อต้น

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของคะน้า และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Design Expert โดยการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสมกลาง

7. การพิสูจน์แบบจำลอง

ทำการพิสูจน์แบบจำลองภายหลังจากที่ได้สภาวะที่เหมาะสมต่อค่าตอบสนอง (Response) คือ น้ำหนักสดของคะน้า โดยทดลองซ้ำอีกครั้ง 6 สภาวะ ได้แก่ ระดับเหมาะสม ระดับสูง ระดับกลาง ระดับต่ำ ใส่ปุ๋ยยูเรีย และไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย สภาวะละ 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

ผลของปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักสดของคชน้ำ (Y) จากการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ ความเข้มข้นของปัสสาวะ (ร้อยละ)= X_1 ปริมาณการใส่ปัสสาวะ (มิลลิลิตรต่อตัน)= X_2 และความถี่ในการใส่ปัสสาวะ (วัน)= X_3 สามารถเขียนเป็นสมการถดถอยได้ดังนี้

$$Y = 111.13 + 12.03X_1 + 9.56X_2 + 3.85X_3 + 7.21X_1X_2 - 5.37X_1X_3 - 1.83X_2X_3 - 16.27X_1^2 - 10.83X_2^2 - 12.29X_3^2$$

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสมการแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ศึกษา และค่าการตอบสนองต่อการใส่ปัสสาวะที่มีต่อน้ำหนักสดของคชน้ำที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Table 4) โดยใช้แผนการทดลองแบบส่วนผสมกลางมีค่า R^2 เท่ากับร้อยละ 98.85 แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนที่มีต่อการตอบสนองดังสมการที่ได้ โดยสามารถนำไปใช้ในการอธิบายผลการทดลองได้ใกล้เคียงกับค่าจริงในการทดลองใช้ปัสสาวะที่มีต่อน้ำหนักสดของคชน้ำถึงร้อยละ 98.85 ค่าความไม่เหมาะสมของแบบจำลองกับผลการทดลอง (Lack of fit) พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0901$) แสดงว่าแบบการทดลองที่ใช้มีความเหมาะสมกับโมเดลที่ใช้ในการทดสอบและเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยหลักที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของคชน้ำ ได้แก่ ความเข้มข้นของปัสสาวะ (ร้อยละ) ปริมาณการใส่ปัสสาวะ (มิลลิลิตรต่อตัน) และความถี่ในการใส่ปัสสาวะ (วัน) พบว่าปัจจัยทั้ง 3 ส่งผลต่อน้ำหนักสดของคชน้ำที่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Table 4 Model coefficients estimated by multiple linear regression (significance of regression coefficients)

Source	Sum of squares	Mean square	p value
Model	10572.50	1174.67	0.0011*
X_1	1967.90	1976.90	0.0033*
X_2	1249.03	1249.03	0.0124*
X_3	202.40	202.40	0.0248*
X_1X_2	416.16	416.16	0.1093
X_1X_3	231.13	231.13	0.2195
X_2X_3	26.72	26.72	0.6655
X_1^2	3812.76	3812.76	0.0003*
X_2^2	1689.62	1689.62	0.0053*
X_3^2	2176.68	2176.68	0.0024*
Residual	1347.02	134.70	
Lack of fit	1058.33	211.67	0.0901
Pure error	288.69	57.74	
R^2	0.99		

Remark * ($P < 0.05$)

Figure 1 แสดงให้เห็นถึงน้ำหนักสดของคชน้ำที่ได้จากการทดลองต่ำสุดอยู่ที่ 40.59 กรัม และสูงสุดอยู่ที่ 115.74 กรัม น้ำหนักสดของคชน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปัสสาวะตั้งแต่ร้อยละ 10.00 ถึงร้อยละ 25.04 ในขณะที่น้ำหนักสดของคชน้ำลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปัสสาวะสูงกว่าร้อยละ 25.04 น้ำหนักสดของคชน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณในการใส่ปัสสาวะตั้งแต่ 60.00 ถึง 76.09 มิลลิลิตรต่อตัน ในขณะที่น้ำหนักสดของคชน้ำลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณในการใส่ปัสสาวะสูงกว่า 76.09

มิลลิลิตรต่อต้น น้ำหนักสดของคะน้าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่ในการใส่ปุัสสาวะตั้งแต่ 4 ถึง 6 วัน และ น้ำหนักสดของคะน้าลดลงเมื่อเพิ่มความถี่ในการใส่ปุัสสาวะสูงกว่า 6 วัน จากผลการทดลองพบว่า การให้ ปุัสสาวะความเข้มข้นร้อยละ 25.04 ปริมาณการใส่ปุัสสาวะ 76.09 มิลลิลิตรต่อต้น และความถี่ในการใส่ ปุัสสาวะ 6 วัน ส่งผลให้น้ำหนักสดของคะน้าสูงสุดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจากการทำการทำนายจะได้ น้ำหนักสดของคะน้า 117.08 กรัม ในขณะที่น้ำหนักสดของคะน้าที่ได้จากการทดลองอยู่ที่ 115.74 กรัม (Table 5) ซึ่งค่าที่ได้มีความแตกต่างจากสมการเพียงร้อยละ 1.15

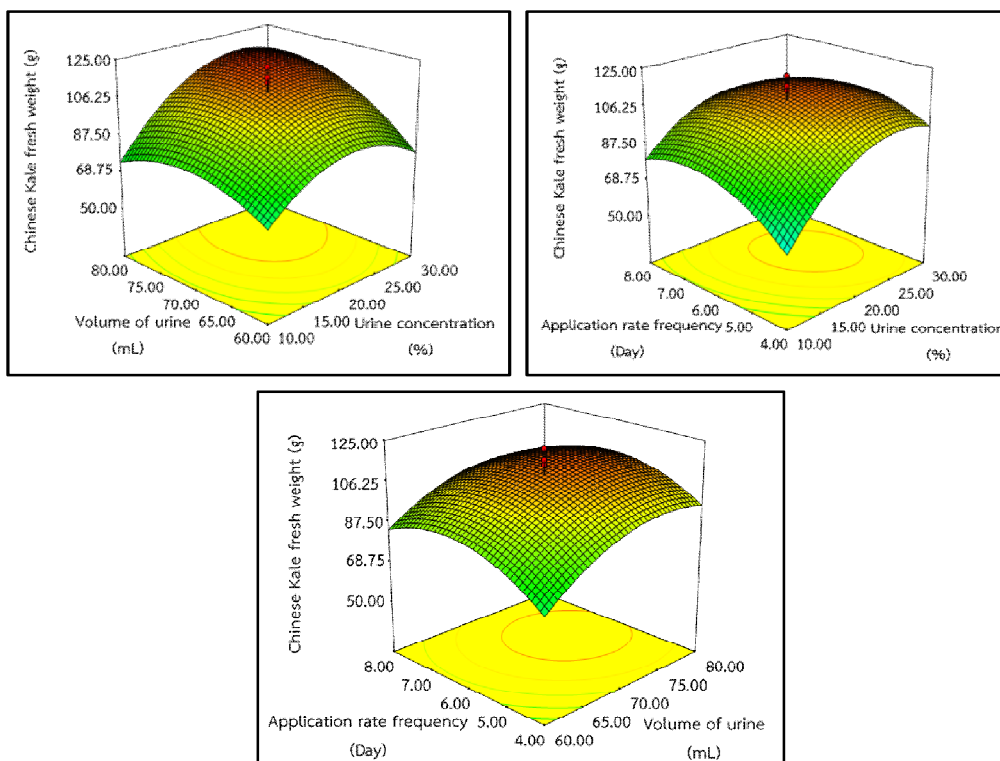


Figure 1 Response surface plots showing the effects of urine concentration (x_1), volume of urine (x_2) and application rate frequency (x_3) on fresh weight of Chinese Kale.

Table 5 Experimental design and results of confirmation test

Condition	Urine concentration (%)	Volume of urine (mL/plant)	Application rate frequency (Day)	Fresh weight (g)	
				Predicted	Observed
Optimum	25.04	76.09	6.00	117.08	115.74
High	30.00	80.00	8.00	-	99.10
Medium	20.00	70.00	6.00	-	105.33
Low	10.00	60.00	4.00	-	55.62
Add uria	-	-	-	-	127.81
Control	-	-	-	-	40.59

อภิปรายผล

การใช้ปุ๋ยสวะในการเพาะปลูกพืชต้องใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพืช เพื่อให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารอย่างเพียงพอส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดี (Anugoolprasert & Rithichai, 2015) และไม่เป็นอันตรายต่อต้นพืชจากความเข้มข้นที่สูงเกินไป ซึ่งหากพืชได้รับปุ๋ยสวะในความเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้ธาตุอาหารเป็นอันตรายต่อพืช ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตช้าลง (Editorial board of Nature Farming Journal, 2007) การใส่ปุ๋ยสวะให้กับพืชเป็นการเพิ่มธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน เมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจนมากขึ้นส่งผลให้มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบที่เพิ่มขึ้น (Osotspa et al., 1998) อย่างไรก็ตามควรรีใใส่ในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชแต่ละชนิด เนื่องจากการใส่ปุ๋ยสวะให้กับพืชในปริมาณสูงเกินไปจะทำให้ในเซลล์พืชมีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูง การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และการสังเคราะห์แสงจะลดลง ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลง (Osotspa, 2014) นอกจากนั้นความถี่ในการใส่ปุ๋ยสวะให้กับพืชก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากหากใส่ในปริมาณที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืชจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (Prayoonrat & Dangnongpan, 2006) หากความถี่ในการใส่ปุ๋ยสวะสูงเกินไปจะทำให้จำนวนครั้งในการใส่ปุ๋ยสวะลดลง ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารน้อยจนขาดแคลนส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงักหรือเจริญเติบโตช้าลง (Treelokes, 2013)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำปุ๋ยสวะมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชหลายชนิด ได้มีการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความเข้มข้นที่เหมาะสมของปุ๋ยสวะที่นำมาใช้ Rungreung (2007) ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของการใช้ปุ๋ยสวะในการเพาะปลูกข้าวโพดหวานพบว่าความเข้มข้นของปุ๋ยสวะร้อยละ 40 ส่งผลให้ข้าวโพดหวานมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด นอกจากนั้น Montee (2011) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยสวะที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า พบว่าความเข้มข้นของปุ๋ยสวะร้อยละ 30 ส่งผลให้การเจริญเติบโตของคะน้าสูงที่สุด นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเกี่ยวกับความถี่ในการใช้ปุ๋ยสวะสำหรับเพาะปลูกพืช Thorup-Kristensen (2001) ได้ศึกษาความถี่ที่เหมาะสมในการใช้ปุ๋ยสวะเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ได้แก่ พืชผัก พืชไร่ และไม้ผล พบว่าความถี่ในการใช้ปุ๋ยสวะสำหรับการเพาะปลูกพืชผักที่เหมาะสมอยู่ที่ 7 วันต่อครั้ง โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 20-40 ส่วนพืชไร่จะมีความถี่ที่เหมาะสมเท่ากับ 14 วันต่อครั้ง ในอัตราความเข้มข้นร้อยละ 40-60 และความถี่ที่เหมาะสมในการใช้ปุ๋ยสวะในการเพาะปลูกไม้ผลอยู่ที่ 30 วันต่อครั้ง สภาวะที่เหมาะสมในการใช้ปุ๋ยสวะเพาะปลูกคะน้าในการทดลองครั้งนี้ คือ ความเข้มข้นของปุ๋ยสวะร้อยละ 25.04 ปริมาณในการใส่ปุ๋ยสวะ 76.09 มิลลิกรัมต่อต้น และความถี่ในการใส่ปุ๋ยสวะ 6 วันต่อครั้ง ส่งผลให้คะน้ามีน้ำหนักสด 115.74 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกคะน้าที่ให้น้ำหนักสดที่ 127.81 กรัม และสูงกว่างานวิจัยของ Montee (2011) ที่ได้น้ำหนักสดของคะน้า 98.00 กรัม โดยใช้ความเข้มข้นของปุ๋ยสวะที่ร้อยละ 30 ความถี่ที่ใช้ 7 วันต่อครั้ง จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยสวะในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดนั้นจะมีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นความเข้มข้นที่ใช้ และความถี่ในการใช้ เนื่องจากความต้องการปริมาณธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน รวมทั้งขนาดของระบบรากพืชที่แตกต่างกัน โดยพืชที่มีระบบรากเล็กอย่างพืชผักต้องการความเข้มข้นของปุ๋ยสวะที่ต่ำกว่าพืชที่มีระบบรากใหญ่อย่างไม้ผล แต่จะมีความต้องการความถี่ที่บ่อยกว่าไม้ผล (Tuncho, 2012)

จากการวิจัยพบว่าปุ๋ยสวะสามารถส่งผลให้น้ำหนักสดของคะน้าใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยสวะที่สามารถใช้แทนแหล่งธาตุอาหารพืชที่สำคัญและมีต้นทุนต่ำ

แต่ยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านอื่น ๆ เช่น ด้านการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปุ๋ยสวะ และด้านสุขภาพหลังการบริโภคผักน้ำที่ใช้ปุ๋ยสวะรด จึงจะสามารถแนะนำให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องปลอดภัย

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้ปุ๋ยสวะต่อน้ำหนักสดของคะน้า โดยออกแบบการทดลองทางสถิติแบบส่วนผสมกลางพบว่า สภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักสดของคะน้า คือ ความเข้มข้นของปุ๋ยสวะร้อยละ 25.04 ปริมาณในการใส่ปุ๋ยสวะ 76.09 มิลลิกรัมต่อต้น และความถี่ในการใส่ปุ๋ยสวะ 6 วัน ส่งผลให้ได้น้ำหนักสดของคะน้าเท่ากับ 115.74 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัย รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ทำการวิจัย จากหลักสูตรสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร และได้รับความช่วยเหลือจากผู้อำนวยการโรงเรียนวัดจอมทอง ที่ช่วยในการติดต่อประสานงานกับเกษตรกรในชุมชนในการเข้าร่วมรับฟังการถ่ายทอดผลที่ได้จากการวิจัย และให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการจัดอบรมการใช้ปุ๋ยสวะในการเพาะปลูกพืช

เอกสารอ้างอิง

- Anugoolprasert, O. & Rithichai, P. (2015). Effect of high quality organic fertilizer on yield and quality of lettuce, **Thai Journal of Science and Technology**, 4, 81-94. [In Thai].
- Detpiratmongkol, S. & Liphon, S. (2015). Influence of chicken manure on growth and yield of Beijing grass. **Khon Kaen Agriculture Journal**, 43, 650-655. [In Thai].
- Editorial board of Nature Farming Journal. (2007). Human urine substitute chemical fertilizers are good for the environment. **Nature Farming Journal**, 10, 27-37. [In Thai].
- Hoglund, C., Stenström, T.A., Jönsson, H. & Sundin, A. (1998). Evaluation of faecal contamination and microbial die-off in urine separating sewage systems. **Water Science and Technology**, 38, 17-25.
- Land Development Department. (2005). **Planting Vegetables by Reducing the Use of Chemicals**. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. [In Thai].
- Land Development Department. (2010). **Manual for Analysis of Plant Fertilizer and Soil Amendment**. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. [In Thai].
- Montee, N. (2011). **Usage of Human Urine as Fertilizer for Crop Production**. M.S. thesis, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [In Thai].
- Osotspa, Y. (2014). **Foliar Fertilizers**. Bangkok, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [In Thai].
- Osotspa, Y., Phanichsakpattana, S., Wongmaneeoch, U. & Thongju, C. (1998). **Principles of Soil Science**. Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [In Thai].
- Paekum, C., Khitka, B., Titayavan, M. & Nuangmek, W. (2014). Investigation of plant nutrient from water hyacinth compost by biodegradation with *Trichoderma* sp. isolate UPPY19. **Khon Kaen Agriculture Journal**, 42, 671-676. [In Thai].
- Prayoonrat, P. & Dangnongpan, Y. (2006). Effect of enzyme ionic plasma concentration on growth of brassica pekinensis. **Burapha Science Journal**, 11, 78-85. [In Thai].

- Ranasinghe, E.S.S., Karunarathne C.L.S.M., Beneragama, C.K. & Wijesooriya, B.G.G. (2016). Human urine as a low cost and effective nitrogen fertilizer for bean production. **Procedia Food Science**, 6, 279-282.
- Rungreung, D. (2007). **The Use of Human Excreta Safety in Agriculture**. Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [In Thai].
- Tanmoy, K. & Pradip, B. (2011). Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality. **Resources, Conservation and Recycling**, 55, 400-408.
- Thadinjan, N. (2014). **Production of Compost from Food Waste**. Banmuang Newspaper. September 14, 2014. [In Thai].
- Thorup-Kristensen, K. (2001). Root growth and soil nitrogen depletion by onion, lettuce, early cabbage and carrot. **Acta Horticulturae**, 563, 201-206.
- Treelokes, R. (2013). Effect of fertilizers application on growth and yield of some vegetable crops. **Prawarun Agriculture Journal**, 10, 19-27. [In Thai].
- Tuncho, A. (2012). **Manual Sorting of Human Feces and Urine**. Maejo Earthworm Information Center, Faculty Of Agricultural Production, Maejo University. [In Thai].
- Yodprech, C. (2009). **Cruciferous Crops**. Bangkok: Green Fence Printing. [In Thai].