

ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า Efficacy of High Quality Organic Fertilizer on Growth and Yield of Chinese Kale

สัญญา เล่ห์สิงห์ และอรประภา อนุกุลประเสริฐ*

สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Sunya Lesing and Ornprapa Anugoolprasert*

Major of Organic Farming Management, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rungsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดและอัตราการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของคะน้า โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD เปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง คือ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 กรัมพัฒนาที่ดิน และมูลไก่หมักคุณภาพสูง และอัตราการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 3 ระดับ คือ 1, 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจนต่อดิน 5 กิโลกรัม จากผลการทดลองพบว่าชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ทำให้ต้นคะน้ามีปริมาณน้ำหนัสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน ขณะที่ผลดังกล่าวมีค่าแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่ให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจน ทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนักสดต้น จำนวนใบ และพื้นที่ใบมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมที่ให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจน สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นคะน้า พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในสิ่งทดลอง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการผลิตคะน้าตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับตั้งแต่ 2.5 กรัมไนโตรเจน สามารถใช้ทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนได้

คำสำคัญ : คะน้า; ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง; การเจริญเติบโต; ปริมาณผลผลิต

Abstract

The objective of this study was to examine the effect of the type and rate of high quality organic fertilizer compared with chemical fertilizer on growth and yield of Chinese kale. The

experiment was arranged in factorial in CRD compared with the control. Seven treatments were an interaction between 2 types of high quality organic fertilizer [high quality organic fertilizer FOR.1 (OF) and chicken manure (CM)] and 3 rates of nitrogen application (1, 2.5 and 5 g N/ 5 kg of soil), and the control (chemical fertilizer with cow manure at 1 g N/ 5 kg of soil). The results showed that there were no significant differences between the type of high quality organic fertilizer on the fresh and dry weights of Chinese kale, whereas all the measurements significantly increased with the rise of nitrogen applications. In addition, the fresh weight, leaf number and leaf area per plant of Chinese kale in the 2.5 and 5 g N levels of both OF and CM treatments were higher than that in the control. The chlorophyll content per unit leaf area increased with increasing rates of the nitrogen application. However, there were no significant differences between the types of high quality organic fertilizer. For the production of Chinese kale under the organic farming system, these results indicated that the application of OF and CM at 2.5 g N and above may substitute for the use of chemical fertilizer with cow manure at 1 g N.

Keywords: Chinese kale; growth; high quality organic fertilizer; yield

1. บทนำ

คะน้า (Chinese kale) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* เป็นผักที่อยู่ในตระกูล Cruciferae คะน้าเป็นผักเศรษฐกิจที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่จะได้ผลผลิตที่ดีที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน [1] สำหรับการปลูกและการดูแลรักษา เกษตรกรทั่วไปนิยมใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 สำหรับเป็นปุ๋ยรองพื้นและใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 15 วันเพื่อเร่งการเจริญเติบโต [2] แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงมีพฤติกรรมการใช้ในปริมาณมากเกินไปความต้องการของพืชและใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อเร่งการเจริญเติบโตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดที่เพิ่มมากขึ้น โดยนอกจากจะทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตที่ค่อนข้างสูงแล้ว [3] ยังก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการสะสมของสารไนเตรทในผักคะน้าอีกด้วย โดยมีรายงานว่าผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มของ

การสะสมไนเตรทมากกว่าผักที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีหรือผักอินทรีย์ [4] และพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะที่มีธาตุไนโตรเจนสูงและมีมากเกินไปความต้องการของพืช จะส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตโดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าลดลง [5] ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวประกอบกับกระแสการรักษาสุขภาพที่กำลังเป็นที่สนใจของประชาชน จึงเกิดการรณรงค์เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืช โดยในปัจจุบันหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต่างส่งเสริมและศึกษาการนำเอาวัสดุอินทรีย์และ/หรืออินทรีย์ธรรมชาติมาผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวอย่างสมบูรณ์ เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีและเพื่อการปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น เช่น การวิจัยเกี่ยวกับการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่พบว่า การใช้ถ่านชีวภาพเพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตในคะน้า แต่เมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้ผักคะน้ามีความสูง น้ำหนัก และผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่าง

เดียว [6] นอกจากนี้ จากการทดลองของ บุญชัย [7] พบว่าการใช้กากขุสในอัตรา 300 ลิตรต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุดและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยยูเรียเพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตาม รายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีธาตุอาหารหลักในปริมาณสูงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้ายังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาการเกษตรของประเทศไทยไปสู่การผลิตพืชผักที่ปลอดภัยจากการใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีและเพื่อลดต้นทุนการผลิต จึงได้ศึกษาชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้าเพื่อนำไปส่งเสริมและแนะนำให้เกษตรกรในลำดับต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×3 factorial in CRD ร่วมกับสิ่งทดลองควบคุม จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยการศึกษา ได้แก่ (1) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 2 ชนิด คือ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 กรัมพัฒนาที่ดิน (OF) และ ปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง (CM) และ (2) อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 3 ระดับ คือ 1, 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจน ต่อดิน 5 กิโลกรัม และกำหนดให้สิ่งทดลองควบคุมเป็นตัวแทนของสิ่งทดลองที่มีการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโค ซึ่งมีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 1 กรัมไนโตรเจน ต่อดิน 5 กิโลกรัม (control)

ทำการเพาะต้นกล้าโดยการหยอดเมล็ดคะน้าจำนวน 3 เมล็ดต่อหลุม ลงในภาชนะเพาะที่มีหลุมขนาด $3.75 \times 3.75 \times 5$ เซนติเมตร และบรรจุด้วยดินและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ทำการรดน้ำทุกวัน และเมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด

ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม จากนั้นเมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการย้ายปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ที่บรรจุดินผสมกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร และเติมมูลโค หรือปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีการกำหนดปริมาณไนโตรเจน (กรัม) ต่อดินปลูกทั้งหมดรวม 5 กิโลกรัม ในทุกสิ่งทดลองตามปริมาณที่คำนวณจากค่าวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ (ตารางที่ 1) โดยให้ทุกสิ่งทดลองมีการใส่ปุ๋ยรองพื้นหรือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในวันที่ย้ายปลูก ส่วนการให้ปุ๋ยแต่งหน้าในสิ่งทดลองควบคุม ให้เมื่อคะน้ามีอายุ 10 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งอัตราการใช้ปุ๋ยในแต่ละสิ่งทดลอง ประกอบด้วย (1) สิ่งทดลองควบคุม : ปุ๋ยรองพื้น ได้แก่ มูลโคอัตรา 14.1 กรัมต่อกระถาง (0.22 กรัมไนโตรเจน) และปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 2.0 กรัมต่อกระถาง (0.32 กรัมไนโตรเจน) และปุ๋ยแต่งหน้า ได้แก่ ปุ๋ยยูเรียอัตรา 1.0 กรัมต่อกระถาง (0.46 กรัมไนโตรเจน) (2) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 กรัมพัฒนาที่ดิน ที่ 1.0 กรัม ไนโตรเจน อัตรา 43.5 กรัมต่อกระถาง (3) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 กรัมพัฒนาที่ดิน ที่ 2.5 กรัม ไนโตรเจน อัตรา 108.7 กรัมต่อกระถาง (4) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 กรัมพัฒนาที่ดิน ที่ 5.0 กรัม ไนโตรเจน อัตรา 217.4 กรัมต่อกระถาง (5) ปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง ที่ 1.0 กรัม ไนโตรเจน อัตรา 71.4 กรัมต่อกระถาง (6) ปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง ที่ 2.5 กรัม ไนโตรเจน อัตรา 178.6 กรัมต่อกระถาง และ (7) ปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง ที่ 5.0 กรัม ไนโตรเจน อัตรา 357.1 กรัมต่อกระถาง ทำการให้น้ำทุกวันในอัตราที่เท่ากันทุกกระถางและฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อกำจัดโรคและแมลงเมื่อมีการระบาด

2.2 การบันทึกผลการทดลอง

ทำการเก็บผลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความ

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ใช้ในการทดลอง

ค่าวิเคราะห์	ปุ๋ยมูลไก่หมัก คุณภาพสูง (CM)*	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 (OF)*	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	8.60	8.50	-
ค่าการนำไฟฟ้า (ms/cm)	8.15	4.82	≤ 10
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	25.95	25.43	≥ 20
ปริมาณความชื้น (%)	21.12	10.32	≤ 30
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	8.85	6.41	≤ 20 : 1
ไนโตรเจน (%)	1.70	2.30	≥ 1.0
ฟอสฟอรัส (%)	4.81	4.32	≥ 0.5
โพแทสเซียม (%)	2.39	1.78	≥ 0.5
แคลเซียม (%)	10.43	16.06	-
แมกนีเซียม (%)	3.15	2.01	-

*วิเคราะห์ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดปทุมธานี

สูง ในทุกสัปดาห์จนถึงระยะเก็บเกี่ยว และเมื่อคะน้ามีอายุ 45 วันหลังปลูก ทำการเก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูล ได้แก่ พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ต้น และราก น้ำหนักแห้งอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ส่วนคุณภาพผลผลิตของคะน้า ทำการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ที่ดัดแปลงมาจาก Liu และคณะ [8] และสิริลักษณ์ [9] และวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content) ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก Mackinney [10]

สำหรับสมบัติทางเคมีของดิน ทำการบันทึกคุณภาพของดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยวิเคราะห์ค่า pH และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) ด้วยเครื่อง pH/EC meters ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วย Walk-Black method [11] และปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ไนโตรเจน ด้วย Kjeldahl method และวัดฟอสฟอรัส

ที่สกัดด้วย Bray II ด้วยเครื่อง spectrophotometer ส่วนปริมาณธาตุอาหารในต้นคะน้า ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสด้วยวิธีเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรม SAS

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

ทุกสิ่งทดลองที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ในทุกระดับไนโตรเจน ทำให้ค่า EC ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อ

พืช มีค่ามากกว่าดินหลังปลูกในสิ่งทดลองควบคุมและดินก่อนปลูก และพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ คำนิง และคณะ [12] ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกข้าวโพดหวาน ในขณะที่ดินที่ให้ปุ๋ยเคมีกลับส่งผลให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง ซึ่ง ปราณี และคณะ [13] รายงานว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงติดต่อกันเป็นเวลานานจะช่วยลดการสูญเสียของธาตุอาหารเนื่องจากชีวมวลที่เป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุในดิน จะช่วยทำให้เกิดการตรึงและปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชอย่างช้า ๆ และเป็นที่น่าสังเกตว่าดินหลังปลูกที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับตั้งแต่ 1 กรัมไนโตรเจน พบว่าทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เหลืออยู่ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งแม้ว่าค่าวิเคราะห์ของฟอสฟอรัสที่ได้มีค่าสูงมากจนอาจเกิดความเป็นพิษกับพืชบางชนิด แต่จากการทดลองพบว่าต้นค่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตที่เป็นปกติและไม่เกิดอาการที่เป็นพิษเนื่องจากฟอสฟอรัส ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายดินจะปลดปล่อยออกมาหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดิน โดยการตรึงของฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นได้ง่ายหากดินมีค่า pH สูงกว่า 7.0 [14] ทั้งนี้จากผลการทดลองพบว่าค่า pH ของดินหลังปลูกที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีค่ามากกว่า 7.0 ขึ้นไป จึงมีความเป็นไปได้ว่าอาจมีการตรึงฟอสฟอรัสไว้ตามผิวของคอลลอยด์ดินหรือธาตุอื่น ๆ อาทิ แคลเซียม [15] แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองสามารถแนะนำได้ว่าเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากฟอสฟอรัสในดินอย่างมีประสิทธิภาพ

ควรทำการปลูกพืชหมุนเวียนโดยเฉพาะพืชที่เก็บผลผลิตจากส่วนใต้ดินหรือผลผลิตที่ต้องการความหวาน เช่น แตงโม พริกหวาน เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางส่วนใต้ดิน เช่น ราก (root) หรือรากสะสมอาหาร (storage root) และช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต โดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลหรือ soluble solids ในผลผลิตประเภทผล ตัวอย่าง เช่น แตงโม แคนตาลูป [16] และจากผลของฟอสฟอรัสที่เหลือมีความเป็นไปได้ว่าอาจไม่จำเป็นต้องเติมธาตุอาหารนี้ลงไปอีกเพื่อการเจริญเติบโตของพืชในฤดูปลูกต่อไป

3.2 การเจริญเติบโต

ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ทำให้ต้นค่น้ำมีการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบต่อต้น และพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่าต้นค่น้ำที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 มีความยาวรากมากกว่าต้นค่น้ำที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูงอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) ขณะที่การเจริญเติบโตของต้นค่น้ำมีค่าแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจน ทำให้ต้นค่น้ำมีการเจริญเติบโตมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมที่ให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจน และพบว่าพื้นที่ใบของต้นค่น้ำที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 ที่ระดับ 5 กรัมไนโตรเจน มีค่ามากที่สุด คือ 2,413.7 ตารางเซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดลองของสัดส่วนระหว่างพื้นที่ใบและจำนวนใบต่อต้น ชี้ให้เห็นว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้ใบของต้นค่น้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ใช้เป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารสูง โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมในการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินโดยเฉพาะ

ส่วนของใบอ่อนและยอด [14] ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ เกศศิริรินทร์ และคณะ [6] ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (N 3.28 % : P₂O₅ 1.61 % : K₂O 3.10 %) ทำให้ความสูงและปริมาณผลผลิตของ

ส่วนเหนือดินของต้นคะน้า ได้แก่ ใบและลำต้น มีค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่เพียงอย่างเดียวในทั้ง 2 ปีทำการปลูก

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง

สิ่งทดลอง*	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ค่าการนำไฟฟ้า (ms/cm)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	ไนโตรเจนรวม (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)
ดินก่อนการทดลอง					
	6.20	0.19	3.46	0.17	31.00
ดินหลังการทดลอง					
Control 1.0 g N	6.90	0.28	3.47	0.26	48.35
OF 1.0 g N	7.10	0.31	3.61	0.29	104.91
OF 2.5 g N	7.30	0.30	3.65	0.30	171.27
OF 5.0 g N	7.20	0.46	3.61	0.37	310.94
CM 1.0 g N	7.30	0.37	3.65	0.25	188.34
CM 2.5 g N	7.30	0.55	3.78	0.27	323.27
CM 5.0 g N	7.10	0.85	4.68	0.44	499.28

*วิเคราะห์ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดปทุมธานี

3.3 ปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงไม่ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบและลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในขณะที่ต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมากกว่าคะน้าที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) โดยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมของทั้งต้นคะน้ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อให้ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลด้านความสูงต้นและพื้นที่ใบ และพบว่าทำให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจน ทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนักสดของทั้งส่วนใบและลำต้นมากกว่าสิ่งทดลองควบคุม ซึ่ง

ต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 ที่ระดับ 5 กรัมไนโตรเจน มีน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินที่ถือเป็นผลผลิต (ใบและลำต้น) มากที่สุด คือ 279.9 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Amkha และคณะ [17] ที่พบว่าเมื่อให้ปุ๋ยในระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น (156-625 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) ทำให้การเจริญเติบโตของต้นคะน้าทางด้านความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกระยะการเจริญเติบโต ซึ่งแนวโน้มของการเจริญเติบโตของพืชที่แปรผันตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นยังพบได้ในพืชชนิดอื่น อาทิ ผักกาดหอม [18] ผักโขม [19] และ *Solanum* spp. [20] โดยระดับไนโตรเจนที่ให้กับพืชถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมทั้งการเจริญเติบโต

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของคะน้าที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (cm)	ความยาวราก (cm)	จำนวนใบต่อต้น	พื้นที่ใบต่อต้น (cm ²)
Control	43.20±3.80 ¹	41.20±11.45	9.00±1.15	1,256.08±189.03
ชนิดปุ๋ย (A)				
OF	44.30±8.40	40.56±7.36 ^a	9.80±1.56	1,512.53±802.40
CM	44.26±8.25	36.04±7.97 ^b	9.20±1.71	1,553.85±524.07
ระดับไนโตรเจน (B)				
1.0 g N	35.94±3.76 ^c	37.39±6.51 ^{ab}	8.55±1.43 ^b	773.42±231.79 ^c
2.5 g N	44.82±6.21 ^b	35.98±7.02 ^b	9.85±1.76 ^a	1,587.32±96.69 ^b
5.0 g N	52.09±4.58 ^a	41.52±9.30 ^a	10.10±1.37 ^a	2,238.83±338.09 ^a
A	ns	*	ns	ns
B	**	*	**	**
A x B	ns	ns	ns	*
Control vs others	**	*	**	**
C.V. (%)	11.27	19.14	15.80	12.81
Control 1.0 g N	43.20±3.80 ^b	41.20±11.45 ^a	9.00±1.15 ^{bc}	1,256.08±189.03 ^{de}
OF 1.0 g N	34.63±2.89 ^c	39.60±6.21 ^a	8.70±1.70 ^{bc}	577.50±91.18 ^f
OF 2.5 g N	45.38±3.94 ^b	40.39±4.40 ^a	10.60±0.97 ^a	1,546.39±36.80 ^{dc}
OF 5.0 g N	52.90±3.99 ^a	41.68±10.69 ^a	10.10±1.37 ^{ab}	2,413.70±185.42 ^a
CM 1.0 g N	37.24±4.21 ^c	35.18±6.33 ^{ab}	8.40±1.17 ^c	969.34±104.16 ^e
CM 2.5 g N	44.26±8.07 ^b	31.57±6.45 ^b	9.10±2.08 ^{bc}	1,628.24±130.36 ^c
CM 5.0 g N	51.27±5.19 ^a	41.36±8.27 ^a	10.10±1.45 ^{ab}	2,063.97±399.56 ^b
F-test	**	*	**	**
C.V. (%)	10.97	20.79	15.44	13.08

¹ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT; *มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; **มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %; ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ซึ่ง Olaniyi และคณะ [21] รายงานว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่เพิ่มขึ้นแก่พืชจะทำให้พืชมีการดูดซับไนโตรเจนไปได้มากขึ้นซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการขยายขนาดเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์ ส่งผลให้พืชมีการยึดตัวของลำต้นและมีจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นคะน้า และค่า SPAD ที่แสดงความเขียวของใบ พบว่าการให้ปุ๋ยในชนิดที่ต่างกันไม่ได้ส่งผลต่อค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่กลับพบว่า การให้ปุ๋ยที่มีระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะน้ามีปริมาณคลอโรฟิลล์และค่า SPAD เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของคะน้าที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (g)				น้ำหนักแห้ง (g)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
Control	143.59±23.88 ¹	34.34±2.05	9.63±0.70	189.26±29.30	15.24±3.01 ¹	2.77±0.20	1.69±0.28	21.11±4.77
ชนิดปุ๋ย (A)								
OF	154.94±62.15	36.56±18.60	13.85±3.49 ^a	208.85±82.63	13.58±3.16	2.98±1.04	2.78±1.11 ^a	19.51±4.61
CM	160.42±58.88	34.88±13.39	9.59±4.38 ^b	211.97±75.22	14.72±4.67	2.87±1.13	1.50±0.73 ^b	20.30±6.13
ระดับไนโตรเจน (B)								
1.0 g N	87.26±16.22 ^c	14.24±2.98 ^c	7.12±3.08 ^c	117.06±22.42 ^c	10.58±2.13 ^c	1.48±0.23 ^b	1.09±0.34 ^c	14.66±3.05 ^c
2.5 g N	158.22±9.78 ^b	44.54±2.12 ^b	11.23±2.68 ^b	214.87±15.47 ^b	13.48±2.22 ^b	3.64±0.24 ^a	2.41±1.16 ^b	19.82±3.58 ^b
5.0 g N	227.56±11.41 ^a	48.39±5.39 ^a	16.07±2.52 ^a	299.30±14.32 ^a	18.41±2.52 ^a	3.66±0.28 ^a	2.94±0.80 ^a	25.24±2.80 ^a
A	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns
B	**	**	**	**	**	**	**	**
A x B	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	ns
Control vs others	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8.27	6.31	10.22	8.49	15.57	8.70	17.88	15.99
Control 1.0 g N	143.59±23.88 ^b	34.34±2.05 ^c	9.63±0.70 ^c	189.26±29.30 ^c	15.24±3.01 ^{bc}	2.77±0.20 ^b	1.69±0.28 ^c	21.11±4.77 ^b
OF 1.0 g N	82.40±17.12 ^c	11.70±1.07 ^e	10.00±0.78 ^c	112.72±24.88 ^d	10.20±1.54 ^e	1.59±0.21 ^c	1.36±0.24 ^c	14.27±2.54 ^d
OF 2.5 g N	155.29±8.99 ^b	45.24±1.66 ^b	13.61±1.09 ^b	208.92±12.96 ^{bc}	13.69±1.33 ^{cd}	3.66±0.31 ^a	3.46±0.45 ^a	20.47±2.09 ^b
OF 5.0 g N	227.15±6.97 ^a	52.75±3.59 ^a	17.93±1.15 ^a	304.92±4.73 ^a	16.87±1.73 ^b	3.68±0.18 ^a	3.53±0.50 ^a	23.80±2.27 ^{ab}
CM 1.0 g N	92.12±15.50 ^c	16.78±1.65 ^d	4.24±0.27 ^d	121.40±21.56 ^d	10.95±2.73 ^{de}	1.37±0.20 ^c	0.81±0.11 ^d	15.05±3.75 ^{cd}
CM 2.5 g N	161.15±10.62 ^b	43.83±2.47 ^b	8.85±0.87 ^c	220.82±16.80 ^b	13.28±3.04 ^{cde}	3.61±0.20 ^a	1.36±0.24 ^c	19.18±4.84 ^{bc}
CM 5.0 g N	227.98±15.61 ^a	44.03 ± 2.22 ^b	14.20±2.07 ^b	293.68±18.97 ^a	19.94±2.31 ^a	3.64±0.37 ^a	2.34±0.55 ^b	26.68±2.70 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	9.68	13.08	9.97	9.60	16.32	8.51	17.80	17.21

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT; *มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; **มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %; ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สถิติ ($p \leq 0.05$) โดยต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 ที่ระดับ 5 กรัมไนโตรเจน และปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง ที่ระดับ 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจน มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าต้นคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในต้นคะน้า พบว่ามีค่าแปรผกผันกับปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับ โดยมีค่าลดลงเมื่อให้ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น และพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในใบของต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 มีค่ามากกว่าต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับไนโตรเจนเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์

คุณภาพสูง สูตร 1 ที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจน ทำให้ต้นคะน้ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ 13.78 มิลลิกรัม Gallic acid ต่อ กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 5) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าว เป็นการยืนยันผลงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ทำการทดสอบกับผักกาดหอม และพบว่าการให้ปุ๋ยที่มีระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าลดลง และการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในต้นพืชมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนที่เท่ากัน [18] นอกจากนี้ ยังมีรายงานการวิจัยในพืชชนิดอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับแนวโน้มดังกล่าว เช่น งานวิจัยใน *Fagus sylvatica* L. [22] ข้าวสาลี [23] และแครอท [24] ซึ่ง Bryant และ

ตารางที่ 5 คุณภาพผลผลิตของคะน้าที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมต่อพื้นที่ใบ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	SPAD	สารประกอบฟีนอลิกรวม (mg gallic acid / g FW)
Control	27.83 $\pm$ 5.76 ¹	52.22 $\pm$ 4.66	10.28 $\pm$ 0.36 ^b
ชนิดปุ๋ย (A)			
OF	33.14 $\pm$ 8.30	52.03 $\pm$ 4.80	11.53 $\pm$ 2.06 ^a
CM	34.44 $\pm$ 7.89	53.46 $\pm$ 3.81	8.55 $\pm$ 1.44 ^b
ระดับไนโตรเจน (B)			
1.0 g N	26.05 $\pm$ 3.39 ^c	49.66 $\pm$ 3.25 ^c	12.02 $\pm$ 2.13 ^a
2.5 g N	34.81 $\pm$ 6.25 ^b	52.69 $\pm$ 3.33 ^b	9.71 $\pm$ 1.80 ^b
5.0 g N	40.51 $\pm$ 6.28 ^a	55.89 $\pm$ 4.11 ^a	8.38 $\pm$ 1.39 ^c
A	ns	ns	**
B	**	**	**
A x B	*	ns	ns
Control vs others	**	**	**
C.V. (%)	15.35	6.68	8.80
Control 1.0 g N	27.83 $\pm$ 5.76 ^{bc}	52.22 $\pm$ 4.66 ^{bc}	10.28 $\pm$ 0.36 ^{bc}
OF 1.0 g N	25.65 $\pm$ 3.65 ^c	49.16 $\pm$ 3.40 ^c	13.78 $\pm$ 1.34 ^a
OF 2.5 g N	31.63 $\pm$ 4.40 ^b	51.02 $\pm$ 2.98 ^{bc}	11.30 $\pm$ 0.72 ^b
OF 5.0 g N	42.13 $\pm$ 5.88 ^a	55.90 $\pm$ 5.19 ^a	9.51 $\pm$ 1.02 ^c
CM 1.0 g N	26.46 $\pm$ 3.26 ^c	50.15 $\pm$ 3.19 ^c	10.25 $\pm$ 0.82 ^{bc}
CM 2.5 g N	37.98 $\pm$ 6.37 ^a	54.36 $\pm$ 2.88 ^{ab}	8.13 $\pm$ 0.74 ^d
CM 5.0 g N	38.88 $\pm$ 6.55 ^a	55.88 $\pm$ 2.95 ^a	7.26 $\pm$ 0.34 ^d
F-test	**	**	**
C.V. (%)	16.00	7.04	8.22

¹ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT; *มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; **มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %; ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คณะ [25] รายงานว่าการลดลงของสารประกอบฟีนอลิกรวมที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนที่พืชได้รับ น่าจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการที่ปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับเพิ่มขึ้นจะไปยับยั้งกระบวนการ

สร้าง carbon-based secondary metabolites ซึ่งรวมถึงสารประกอบฟีนอลิกที่ถือเป็นสารกลุ่มใหญ่ในสารจำพวกดังกล่าว

3.4 ปริมาณธาตุอาหารในต้นคะน้า

ผลการทดลองพบว่าทั้งชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีผลต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในต้นคะน้า โดยที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนเท่ากัน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณฟอสฟอรัสในต้นคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองควบคุมซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโค ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด มีค่าน้อยกว่าต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยในสิ่งทดลองควบคุม (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับผลของการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตต้นคะน้าที่พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ทำให้ต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตมีค่าน้อยกว่าสิ่งทดลองควบคุมเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับไนโตรเจนเท่ากัน ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าผลของการเจริญเติบโตอาจขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่ต้นคะน้าได้รับเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับ บุญชัย [7] ที่รายงานว่าคะน้าเป็นผักกินใบและลำต้น จึงต้องการธาตุไนโตรเจนในปริมาณสูง อีกทั้งธาตุไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของสารชีวโมเลกุลที่สำคัญในพืชหลายชนิดซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ตามระดับไนโตรเจนที่ต้นคะน้าได้รับเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนในต้นคะน้าเนื่องจากโครงสร้างของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นวงแหวนที่เรียกว่า porphyrin ring ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของแมกนีเซียมเป็นแกนกลางและมีอะตอมของไนโตรเจนล้อมรอบ [26] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Toth และคณะ [27] ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 90 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ทำให้ต้นข้าวโพดมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ข้าวโพดมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น

4. สรุป

4.1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ในทุกระดับไนโตรเจน ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก ได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโค โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

4.2 ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงให้ผลที่ไม่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า แต่ให้ผลที่แตกต่างกันในปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในต้นคะน้า

4.3 เมื่อพิจารณาจากปริมาณผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักสดของส่วนเหนือดิน (ใบและลำต้น) พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1 หรือมูลไก่หมักคุณภาพสูง ตั้งแต่ 2.5 กรัมไนโตรเจน สามารถใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ให้การสนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างตลอดการวิจัย

6. รายการอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาที่ดิน, 2548, การปลูกผักโดยการลดการใช้สารเคมี, เอกสารวิชาการสำหรับวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน ฉบับที่ 07-48-019, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 135 น.
- [2] อภิชาติ ศรีสอาด, 2549, เกษตรอินทรีย์ชุดอาหารปลอดภัย, สำนักพิมพ์ดอกคูณ, สมุทรสาคร, 142 น.

ตารางที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในส่วนต่าง ๆ ของคะน้าที่ได้รับชนิดและอัตราของปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ไนโตรเจนรวม (mg/g)				ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/g)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
Control	22.12±1.531	13.62±1.52	13.08±0.67	16.27±0.73	4.06±0.141	4.79±0.42	3.88±0.25	4.24±0.23
ชนิดปุ๋ย (A)								
OF	26.55±8.78	14.98±5.10 ^b	13.04±1.67	18.19±4.88 ^b	5.34±1.01	4.27±0.73 ^b	4.13±0.27 ^b	4.58±0.52 ^b
CM	28.02±6.31	18.42±5.60 ^a	13.92±1.50	20.12±4.22 ^a	5.45±1.06	5.24±0.79 ^a	4.63±0.74 ^a	5.10±0.79 ^a
ระดับไนโตรเจน (B)								
1.0 g N	19.02±2.44 ^c	11.57±1.31 ^c	12.53±1.16	14.37±1.54 ^c	4.45±0.49 ^b	4.43±0.43	4.20±0.25	4.36±0.23 ^b
2.5 g N	27.27±3.87 ^b	15.70±3.92 ^b	13.90±1.67	18.96±2.99 ^b	5.82±0.96 ^a	4.81±1.42	4.65±0.83	5.09±1.01 ^a
5.0 g N	35.57±1.96 ^a	22.83±2.73 ^a	14.02±1.74	24.14±1.17 ^a	5.92±0.80 ^a	5.03±0.51	4.29±0.56	5.08±0.41 ^a
A	ns	**	ns	*	ns	**	**	*
B	**	**	ns	**	**	ns	ns	*
A x B	*	ns	ns	ns	*	**	ns	**
Control vs others	**	**	ns	**	**	**	*	**
C.V. (%)	8.67	12.32	10.83	8.26	11.55	10.15	10.86	8.56
Control 1.0 g N	22.12±1.53 ^{cd}	13.62±1.52 ^c	13.08±0.67	16.57±0.73 ^c	4.06±0.14 ^c	4.79±0.42 ^b	3.88±0.25 ^b	4.24±0.23 ^d
OF 1.0 g N	17.45±0.18 ^e	10.75±0.60 ^c	12.27±0.40	13.49±0.29 ^d	4.44±0.37 ^{bc}	4.31±0.23 ^{bc}	4.34±0.31 ^b	4.36±0.27 ^{cd}
OF 2.5 g N	25.11±3.60 ^c	12.57±0.93 ^c	12.63±0.78	16.77±1.60 ^c	5.15±0.47 ^{bc}	3.55±0.42 ^c	4.07±0.22 ^b	4.26±0.30 ^d
OF 5.0 g N	37.09±1.12 ^a	21.60±1.21 ^{ab}	14.21±2.69	24.30±0.56 ^a	6.44±0.78 ^a	4.96±0.64 ^b	3.99±0.19 ^b	5.13±0.50 ^b
CM 1.0 g N	20.60±2.72 ^{de}	12.38±1.40 ^c	12.78±1.73	15.25±1.89 ^{cd}	4.46±0.69 ^{bc}	4.55±0.60 ^b	4.07±0.02 ^b	4.36±0.25 ^{cd}
CM 2.5 g N	29.43±3.23 ^b	18.84±2.85 ^b	15.17±1.24	21.15±2.34 ^b	6.50±0.86 ^a	6.06±0.42 ^a	5.22±0.83 ^a	5.93±0.63 ^a
CM 5.0 g N	34.04±1.19 ^a	24.05±3.56 ^a	13.82±0.48	23.97±1.74 ^a	5.39±0.40 ^b	5.10±0.47 ^b	4.59±0.69 ^{ab}	5.03±0.39 ^{bc}
F-test	**	**	ns	**	**	**	*	**
C.V. (%)	8.52	12.24	10.25	8.77	11.14	9.98	10.44	8.26

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT; *มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; **มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %; ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

- [3] โฉน ยอดเพชร, 2542, พืชผักในตระกูล cruciferous, สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ, 195 น.
- [4] พัชราภรณ์ ภูไพบูลย์, ศิริวิทย์ สร้อยกล่อม และ วาสนา บัวงาม, 2552, การวิเคราะห์การสะสมไนโตรเจนในผักสด, น. 289-298, ใน รายงานการวิจัย สาขาพืช การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [5] Cartea, M.E., Francisco, M., Soengas, P. and Velasco, P., 2011, Phenolic compounds in brassica vegetables, *Molecules* 16: 251-280.
- [6] เกศศิริพันธ์ แสงมณี, ชัยนาม ดิสถาพร และนพมณี สุวรรณัง, 2556, การจัดการดินด้วยเทคโนโลยีชีวภาพและถ่านชีวภาพในการผลิตผักคะน้า, น. 276-283, ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 3, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [7] บุญชัย ไหลชลธาร, 2554, ผลของกากขุขสที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า, น. 311-326, ใน การประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย มสธ. วิจัย ประจำปี 2554, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- [8] Liu, X., Ardo, S., Bunning, M., Parry, J.,

- Zhou, K., Stushnoff, C., Stoniker, F., Yu, L. and Kendall, P., 2007, Total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in Colorado, LWT-Food Sci. Technol. 40: 552-557.
- [9] สิริลักษณ์ แสงผล, 2554, ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกับอัตราการหายใจของผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภคภายใต้สภาวะการเก็บรักษาด้วยบรรจุภัณฑ์ปรับแต่งบรรยากาศ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 91 น.
- [10] Mackinney, G., 1941, Absorption of light by chlorophyll solutions, J. Biol. Chem. 140: 315-322.
- [11] Walkley, A. and Black, I.A., 1934, An examination of Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents, Soil Sci. 63: 251-263.
- [12] คำนิง แสงขำ, ฤกษ์ภู ภัทรดิกล และอัจฉรา จิตตลากร, 2555, ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตทางเศรษฐกิจของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2, น. 1-11, ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- [13] ปราณี สีหพันธ์, โสฬส แซ่ลิ้ม, พรพนา โพธินาม และสุดสวงน เทียมไธสงค์, ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชผักในชุดดินชุมพวงจังหวัดขอนแก่น : กรณีศึกษาผักคะน้า, แหล่งที่มา : http://www.r05.odd.go.th/technical/re_bio_2551_01.html, 28 มีนาคม 2558.
- [14] มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544, ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 344 น.
- [15] ยงยุทธ โอสดสภา, 2552, ธาตุอาหารพืช พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 529 น.
- [16] ยงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ธงประยูร, 2554, ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน, สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 519 น.
- [17] Amkha, S., Michiko., T., Sagwansupyakorn., C., Sukprakan, S. and Kazuyuki, I., 2006, Effect of amount of nitrogen fertilizer on early growth of leafy vegetables in Thailand, Jpn. J. Trop. Agr. 50(3): 127-132.
- [18] อรประภา อนุกุลประเสริฐ และภาณุมาศ ฤทธิไชย, 2558, ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของผักกาดหอม, Thai J. Sci. Technol. 4(1): 81-94.
- [19] Ainika, J.N., Amans, E.B., Olonitola, C.O., Okutu, P.C. and Dodo, E.Y., 2012, Effect of organic and inorganic fertilizer on growth and yield of *Amaranthus caudatus* L. in northern Guinea savanna of Nigeria, WJEPAS 2(2): 26-30.
- [20] Masinde, P.W. and Agong, S.G., 2012, The influence of nitrogen application on the growth and mineral content of two African nightshade species (*Solanum* spp.) cultivated in Kenya, J. Agr. Sci. Tech. 14(2): 30-44.

- [21] Olaniyi, J.O., Adelasoye, K.A. and Jegede, C.O., 2008, Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of grain amaranth varieties, WJAS 4(4): 506-513.
- [22] Pahlsson, A.M., 1992, Influence of nitrogen fertilization on minerals, carbohydrates, amino acids and phenolic compounds in beech (*Fagus sylvatica* L.) leaves, Tree Physiol. 10(1): 93-100.
- [23] Stumpf, B., Yan, F. and Honermeier, B., 2015, Nitrogen fertilization and maturity influence the phenolic concentration of wheat grain (*Triticum aestivum*), J. Plant Nutr. Soil Sci. 178: 118-125.
- [24] Soltfoft, M., Nielsen, J., Laursen, K.H., Husted, S., Halekoh, U., and Knuthsen, P., 2010, Effect of organic and conventional growth systems on the content of flavonoids in onions and phenols in carrot, J. Agric. Food Chem. 58: 10323-10329.
- [25] Bryant, J.P., Chapin, F.S. and Klein, D.R., 1983, Carbon / nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory, Oikos 40: 357-368.
- [26] Wu, S.M. and Rebeiz, C.A., 1985, Chloroplast biogenesis: Molecular structure of chlorophyll 6 (E489 F666), J. Bio. Chem. 260: 3632-3664.
- [27] Toth, V.R., Meszaros, I., Veres, S. and Nagy, J., 2002, Effects of the available nitrogen on the photosynthetic activity and xanthophyll cycle pool of maize in field, J. Plant Physiol. 159: 627-634.