

ผลของสัดส่วนความเป็นประโยชน์ของแอมโมเนียมและไนเตรต ในปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 ต่ออัตราการเติบโต ผลผลิตและสมบัติของดิน บางประการในการปลูกคะน้า

Effect of ammonium and nitrate ratio of chemical fertilizer grade 15-15-15 on growth rate, yield and some soil properties in kale plantation

ศุภชัย อัมคา¹, เฉลิมขวัญ มุสิกทอง¹ และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง^{1*}

Suphachai Amkha¹, Chaleamkvun Musikthong¹ and Pornpairin Rungcharoenthong^{1*}

บทคัดย่อ: จากการศึกษาผลของสัดส่วนความเป็นประโยชน์ของแอมโมเนียมและไนเตรตในปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 ต่ออัตราการเติบโต ผลผลิต และสมบัติบางประการของดินในการปลูกคะน้า ซึ่งวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ และ 4 ตำรับการทดลอง ได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 (ammonium-N 55%, nitrate-N 45%) ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 (ammonium-N 87%, urea-N 13%) และตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 (ammonium-N 60%, nitrate-N 40%) ผลการทดลองพบว่าตำรับทดลองที่ 3 ให้อัตราการเติบโตและสัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งของคะน้าสูง ส่วนน้ำหนักของต้นและน้ำหนักผลผลิตของคะน้าทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือตำรับทดลองที่ 3 ให้น้ำหนักสดของต้น และน้ำหนักผลผลิตของคะน้ามากที่สุด ส่วนสมบัติของดินบางประการนั้นพบว่าตำรับทดลองที่ 3 มีผลให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลงต่ำที่สุด และมีปริมาณแอมโมเนียมตกค้างในดินมากที่สุด ในขณะที่ตำรับทดลองที่ 2 มีปริมาณไนเตรตตกค้างในดินมากที่สุดหลังการทดลอง

คำสำคัญ: ปุ๋ย, คะน้า, แอมโมเนียม, ไนเตรต

ABSTRACT: An experiment was conducted with the aim to determine the effect of ammonium and nitrate ratio in chemical fertilizer grade 15-15-15 on growth rate, yield and some soil properties in kale by using a completely randomized design with 4 treatments to each treatment having 4 replications. The treatments will 1) no-N fertilizer application 2) 15-15-15 grade (ammonium-N 55%, nitrate-N 45%) 3) 15-15-15 grade (ammonium-N 87%, urea-N 13%) and 4) 15-15-15 grade (ammonium-N 60%, nitrate-N 40%). The result showed that T2 gave the highest growth rate (GR) and leaf area ratio (LAR) as compared with other treatments. In addition, treatment 3 gave the highest fresh weight and yield of kale and significantly different at all stages of plant growth. The pH value was lowest in treatment 3 and ammonium residue in soil was also highest in treatment 3, while nitrate residue content in soil was highest in treatment 2

Keywords: Fertilizer, kale, ammonium, nitrate

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus

* Corresponding author: faspr@ku.ac.th

บทนำ

อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งสำคัญของธาตุไนโตรเจนสำหรับพืช แต่โดยทั่วไปดินที่ใช้เพาะปลูกมักส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ และการสลายตัวเพื่อปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างช้า ดังนั้นปริมาณของไนโตรเจนที่พืชได้รับจากดินจึงไม่ค่อยเพียงพอ และจำเป็นต้องใส่ไนโตรเจนจากปุ๋ยซดเซย ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงในดิน พืชสามารถนำไปใช้ในปริมาณ 50 – 60% ของปุ๋ยที่ใส่ลงไปเท่านั้น ซึ่งพืชดูดใช้ประโยชน์ได้ทั้งรูปของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และไนเตรตไฮดรอกไซด์ หรืออาจดูดโมเลกุลยูเรียจากสารละลายของดินไปใช้ได้ ส่วนที่เหลือถูกยึดไว้ในดิน หรือเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรือสูญหายไปโดยการชะล้างจากบริเวณรากพืช หรือสูญหายไปในอากาศ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) โดยทั่วไปปุ๋ยเคมีมีหลายชนิด เช่นปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยเชิงผสม โดยเฉพาะปุ๋ยเชิงประกอบหรือปุ๋ยเชิงผสมในการผลิตปุ๋ยในรูปไนโตรเจนทั้งหมดนั้นส่วนใหญ่ใช้ยูเรียแอมโมเนียมซัลเฟต และแคลเซียมไนเตรตเป็นแหล่งแม่ปุ๋ยที่สำคัญ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยไนโตรเจนนั้นอาจเกิดจากผลรวมของยูเรียไนโตรเจน แอมโมเนียมไนโตรเจน และแคลเซียมไนเตรตไนโตรเจนปุ๋ยเคมีเชิงผสมหรือเชิงประกอบที่สำคัญ เช่น ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 เป็นปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ส่วนใหญ่ ทำให้มีปริมาณการนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยในปี 2554 มีการนำเข้าปริมาณ 379,906 ตัน มูลค่า 5,691 ล้านบาท และในปี 2555 มีการนำเข้าปริมาณ 400,776 ตัน มูลค่า 6,511 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2555) ความเป็นฝักลุ่มลูกที่ได้รับความนิยมนำมารับประทานกันอย่างแพร่หลาย มีความต้องการธาตุอาหารสูงโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน เนื่องจากคือน้ำเป็นพืชที่กินใบและลำต้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากกระบวนการผลิตปุ๋ยเคมีเชิงผสมหรือเชิงผสมในรูปของไนโตรเจนทั้งหมดมีความหลากหลายในการใช้แม่ปุ๋ยไนโตรเจน และชนิดของแม่ปุ๋ยของปุ๋ยไนโตรเจนมีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตและสร้าง

ผลผลิตต่อพืชต่างกัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาถึงสัดส่วนความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 ที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าตลอดจนผลของการใช้ปุ๋ยเกรดดังกล่าวต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

วิธีการศึกษา

เตรียมแปลงขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 0.3 เมตร จำนวน 16 แปลงย่อย ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 เมตร ทำการปลูกโดยหว่านเมล็ดพันธุ์คะน้ายอดใต้หว่าน บางบัวทอง 35 โดยหว่านเมล็ดพันธุ์ปริมาณ 5 กรัมต่อแปลงย่อย (ศุภชัย, 2540) ให้กระจายสม่ำเสมอ แล้วคลุมฟาง รดน้ำด้วยระบบน้ำสปริงเกอร์ ช่วงเช้าและเย็น เป็นเวลา 15 นาที เมื่อคะน้ามีอายุ 15 วันหลังหว่านเมล็ด จึงทำการถอนแยกให้มีระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 20 เซนติเมตร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 ดำรับ และ 4 ซ้ำ โดยมีดำรับการทดลองดังนี้

ดำรับที่ 1 ดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)

ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 (ammonium-N 55%, nitrate-N 45%)

ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 (ammonium-N 87%, urea-N 13%)

ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 (ammonium-N 60%, nitrate-N 40%)

ซึ่งปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 ของดำรับที่ 2-4 เป็นปุ๋ยเคมีที่มีขายในตลาดทั่วไป

สมบัติของดินก่อนการทดลอง พบว่าปฏิกิริยาของดินก่อนการทดลองเป็นกลาง (pH=7.12) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปานกลาง (2.19%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (90.63 มก./กก.) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก (297.43 มก./กก.) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดปานกลาง (0.11%) โดยอ้างอิงเกณฑ์การประเมินจาก กรมพัฒนาที่ดิน (2542) โดยทำการแบ่งใส่ปุ๋ยจำนวน 3 ครั้ง คือ เมื่อคะน้าอายุ

15 วันหลังหว่านเมล็ด ใส่ปุ๋ยในอัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 2 เมื่อค่น้ำมีอายุ 30 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยในอัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และครั้งที่ 3 เมื่อค่น้ำมีอายุ 45 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยในอัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต คือ ความสูงของต้น โดยวัดจากระดับพื้นผิวของดินถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้น จำนวนใบโดยนับใบที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 เซนติเมตร พื้นที่ใบด้วยเครื่อง leaf area meter (LI-3100 Lincoln, Nebraska USA) นำหนักสดลำต้นส่วนเหนือดิน แล้วนำตัวอย่างพืชมาอบที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักแห้งของพืช หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโตและสัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 ครั้ง เมื่อค่น้ำอายุ 20 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด ด้วยวิธี composite sample จำนวน 10 จุด/ตารางเมตร ที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณแอมโมเนียม และปริมาณไนโตรเจนในดิน (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ R Program

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1) การเจริญเติบโตของต้นค่น้ำ

จากการวัดความสูงของลำต้น นับจำนวนใบ และวัดพื้นที่ใบของค่น้ำ ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด พบว่า ความสูงของลำต้นค่น้ำทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) โดยดำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับปุ๋ยเรีย 13% มีความสูงของลำต้นมากที่สุด และดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) มีความสูงของลำต้นน้อยที่สุด ส่วนจำนวนใบค่น้ำทั้ง 3 ระยะ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับพื้นที่ใบค่น้ำทั้ง 3

ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยดำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปต่างๆ มีพื้นที่ใบมากที่สุด ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปต่างๆ คือ ในรูปแอมโมเนียม 55% ร่วมกับไนเตรต 45%, แอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% และแอมโมเนียม 60% ร่วมกับไนเตรต 40% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) มีพื้นที่ใบน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับ Anchenget et al. (1993) รายงานในข้าวลูกผสม พบว่าแอมโมเนียมไนโตรเจนมีการดูดซึมได้ดีกว่าไนเตรต มีผลให้พื้นที่ใบสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสาขาไรสนี้แดงมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (Haglund and Pedersen, 1993) รวมทั้งเมื่อพืชดูดแอมโมเนียมเข้าไปในเซลล์ก็นำไปสังเคราะห์กรดอะมิโนได้ทันที กรณีที่พืชดูดไนเตรตเข้าไปในเซลล์ ไนเตรตต้องผ่านกระบวนการรีดักชันเป็นแอมโมเนียมเสียก่อนจึงจะนำไปสังเคราะห์กรดอะมิโน (ยงยุทธ, 2552) ทำให้ค่น้ำที่รับปุ๋ยไนโตรเจนรูปไนเตรตมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการที่ดำรับปุ๋ยในรูปแอมโมเนียมและยูเรีย

2) น้ำหนักสดของต้น น้ำหนักผลผลิตของค่น้ำ และน้ำหนักแห้งของต้น

จากการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของต้น และผลผลิตของค่น้ำ ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด พบว่า น้ำหนักสดของต้น และน้ำหนักผลผลิตของค่น้ำทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) โดยดำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% ทั้ง 3 ระยะ มีน้ำหนักของต้น และน้ำหนักผลผลิตของค่น้ำมากที่สุด และดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) ทั้ง 3 ระยะ มีน้ำหนักของต้น และน้ำหนักผลผลิตของค่น้ำน้อยที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชที่ต่างกัน แม้ว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยที่ใส่จะเท่ากัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแหล่งธาตุอาหารชนิดอื่นๆ หรือปุ๋ยธาตุอาหารอื่นๆที่มีส่วนผสมอยู่ในปุ๋ยเคมี 15-15-15 ที่แตกต่างกัน อาจส่งเสริมให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของค่น้ำมากกว่าปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหาร

เดียวกันและในปริมาณเท่ากัน (Fageria, 2009) ในขณะที่น้ำหนักแห้งของต้น และผลผลิตของคะน้า ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ดพบว่า มีน้ำหนักแห้งของต้นทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) กล่าวคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% ทั้ง 3 ระยะ มีน้ำหนักแห้งของต้น มากที่สุด และตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) ทั้ง 3 ระยะ มีน้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องเช่นเดียวกับน้ำหนักสดของต้นและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโตของคะน้า

3) อัตราการเจริญเติบโต และสัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้ง

จากการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของคะน้า ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของคะน้าที่ระยะ 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) กล่าวคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% ส่งผลให้คะน้ามีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 60% ร่วมกับไนเตรต 40% และตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 55% ร่วมกับรูปไนเตรต 45% นอกจากนี้ มีข้อสังเกตพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของคะน้าในช่วงระยะ 0-25 วันหลังหว่านเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตในคะน้าในช่วงระยะ 26-35 วันหลังหว่านเมล็ดนั้น มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมากที่สุด และอัตราการเจริญเติบโตในคะน้าในช่วงระยะ 36-55 วันหลังหว่านเมล็ดนั้น มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในแบบลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตในคะน้าในช่วงระยะ 36-55 และ 0-25 วันหลังหว่านเมล็ด ในขณะที่สัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งของคะน้า ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด พบว่าสัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งของคะน้าทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

(Table 3) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% ทั้ง 3 ระยะ ส่งเสริมให้สัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งของคะน้าสูงที่สุด ซึ่งการที่ค่าสัดส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งมีค่ามาก ส่งผลให้พืชมีการสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้มีการสร้างน้ำหนักสดและผลผลิตพืชเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักสดของต้นและผลผลิต พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% ให้น้ำหนักสดของต้นและผลผลิตมากที่สุด

4) ค่าปฏิกิริยาดิน (pH)

ค่าปฏิกิริยาดินที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ด พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 55% ร่วมกับรูปไนเตรต 45% และ แอมโมเนียม 60% ร่วมกับไนเตรต 40% มีค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% เพราะตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมและยูเรียมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปุ๋ยดังกล่าวถ้ามีการใช้ปุ๋ยชนิดนี้เป็นประจำอาจมีผลตกค้างเป็นกรด หรือเป็นปุ๋ยก่อกรด รวมทั้งดินที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับยูเรีย 13% มีการแตกตัว ให้แอมโมเนียมไอออนซึ่งแอมโมเนียมไอออน ถูกแบคทีเรียออกซิไดส์ไอออนโดยผ่านกระบวนการไนตริฟิเคชัน และเกิดไฮโดรเจนไอออน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากดินมีความสามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอช ทำให้การใส่ปุ๋ยดังกล่าวไม่สามารถอาจไม่ทำให้พีเอชของดินลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) มีค่าปฏิกิริยาดินสูงที่สุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของพืช

5) ปริมาณแอมโมเนียม และไนเตรตในดิน

ปริมาณแอมโมเนียมในดิน ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ดพบว่าปริมาณแอมโมเนียมทั้ง 3

ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4) ดำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับไนเตรต 13% มีปริมาณแอมโมเนียมมากที่สุด และดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน) มีแอมโมเนียมน้อยที่สุดสำหรับปริมาณไนเตรตในดิน ที่ระยะ 25 35 และ 55 วันหลังหว่านเมล็ดพบว่าปริมาณไนเตรตทั้ง 3 ระยะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือดำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแอมโมเนียม 55% ร่วมกับไนเตรต 45% มีปริมาณไนเตรตมากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียม 60% ร่วมกับไนเตรต 40% และดำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับปุ๋ยเรีย 13% ตามลำดับ (Table 4) นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่าดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีปริมาณไนเตรตลดลงอย่างรวดเร็วตามช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช แสดงว่าพืชมีการดูดไนเตรตไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแอมโมเนียมในดินมีการลดลงในสัดส่วนที่น้อยกว่าปริมาณไนเตรตในดิน อย่างไรก็ตามไนเตรตไอออนเป็นรูปของไนโตรเจนที่พืชใช้ประโยชน์ง่าย แต่อาจเนื่องมาจากเป็นแอมโมเนียม (ประจุลบ) ส่วนคอลลอยด์ดินมีประจุบวกลดลง จึงดูดซับกับผิวคอลลอยด์ดินได้น้อย จึงอาจเป็นเหตุให้สูญหายไปกับการชะล้างได้ง่ายกว่าแอมโมเนียม

สรุป

ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 87% ร่วมกับปุ๋ยเรีย 13% ทำให้ค่าน้ำมีการเจริญในด้านความสูงของลำต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักผลผลิตรวมทั้งหมดมากที่สุด และมีปริมาณแอมโมเนียมตกค้างในดินมากที่สุด แต่ให้ค่าปฏิกริยาดินต่ำที่สุด ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 55% ร่วมกับรูปไนเตรต 45% มีปริมาณไนเตรตตกค้างในดินมากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณบริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัยในส่วนของโครงการพัฒนาวิชาการความร่วมมือระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กับบริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์และจรงค์จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โสภธสภ อรรถดิษฐ์วงศ์ มณีโรจน์ และชวลิตยงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โสภธสภ. 2552. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศุภชัย อ่ำคา. 2544. การศึกษาวัสดุปลูกและอัตราปุ๋ยต่อการผลิตยอดผักกอกน้ามัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Ancheng, L., X. Jianming and Y. Xiaoe.1993. Effect of nitrogen (NH₄NO₃) supply on absorption of ammonium and nitrate by conventional and hybrid rice during reproductive growth. *Plant and Soil*. 155-156: 395-398.
- Fageria, N.K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York.
- Haglund, K. and M. Pedersén, 1993. Outdoor pond cultivation of the subtropical marine red alga *Gracilaria tenuistipitata* in brackish water in Sweden. Growth, nutrient uptake, co-cultivation with rainbow trout and epiphyte control. *Journal of Applied Phycology*. 5: 271-284.

Table 1 Plant height, leaf number and leaf area of kale at 25, 35 and 45 days after sowing (DAS) .

Treatments	25 DAS			35 DAS			55 DAS		
	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf area (cm ² /plant ⁻¹)	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf area (cm ² /plant ⁻¹)	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf area (cm ² /plant ⁻¹)
No-N	5.8 c ^{1/}	2	3.33 b ^{1/}	15.4 d ^{1/}	5	14.7 b ^{1/}	20.0 c ^{1/}	5	60.61 b ^{1/}
Am ₅₅ +Nitrate ₄₅	8.5 b	2	5.34 a	18.6 c	5	27.1 a	32.5 b	5	170.3 a
Am ₈₇ +Urea ₁₃	12.4 a	2	5.34 a	31.7 a	5	29.8 a	41.0 a	5	200.4 a
Am ₆₀ +Nitrate ₄₀	9.1 b	2	5.57 a	26.5 b	5	28.7 a	39.3 a	5	139.9 a
F-test	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	*
c.v.(%)	11.33	12.18	12.28	5.32	6.67	18.76	3.95	6.69	11.39

^{1/}Numbers are averaged of 4 replicates. Means in the same column followed by different letters are significant different at P≤0.05 (*) or P≤0.05(**) by LSD, ns: no significant different.

Table 2 Fresh weight and yield weight of kale at 25, 35 and 45 days after sowing (DAS).

Treatments	Fresh weight (g plant ⁻¹)			Yield weight (kgm ⁻²)		
	25 DAS	35 DAS	55 DAS	25 DAS	35 DAS	55 DAS
No-N	0.41 c ^{1/}	4.50 c ^{1/}	31.86 c ^{1/}	1.098 c ^{1/}	1.938 bc	4.961 a
Am ₅₅ +Nitrate ₄₅	0.86 b	13.85 b	57.92 b	2.886 b	4.961 a	13.99 a
Am ₈₇ +Urea ₁₃	2.30 a	30.35 a	83.31 a	6.69 a	11.39 a	18.76 a
Am ₆₀ +Nitrate ₄₀	1.41 ab	25.70 ab	61.18 b	1.41 ab	2.886 b	4.961 a
F-test	**	**	**	**	**	**
c.v.(%)	21.45	9.04	2.87	12.28	11.39	11.39

^{1/}Numbers are averaged of 4 replicates. Means in the same column followed by different letters are significant different at P≤0.05 (*) or P≤0.05 (**). ns: no significant different.

Table 3 Dry weight, growth rate and leaf area ratio (LAR) of kale at 25 35 and 45 days after sowing .

Treatments	25 DAS			35 DAS			55 DAS		
	Dry weight (g plant ⁻¹)	Growth rate (cm day ⁻¹)	LAR (cm ² g ⁻¹)	Dry weight (g plant ⁻¹)	Growth rate (cm day ⁻¹)	LAR (cm ² g ⁻¹)	Dry weight (g plant ⁻¹)	Growth rate (cm day ⁻¹)	LAR (cm ² g ⁻¹)
No-N	0.115 c ^{1/}	0.23	29.18 c ^{1/}	1.058 c ^{1/}	0.96 c ^{1/}	12.62 b ^{1/}	3.036 c ^{1/}	0.23 c ^{1/}	22.51 b ^{1/}
Am ₅₅ +Nitrate ₄₅	0.141 b	0.34	30.62 bc	2.176 a	1.01 c	14.16 ab	5.351 b	0.50 b	31.42 a
Am ₈₇ +Urea ₁₃	0.177 a	0.47	40.62 a	2.363 a	1.93 a	16.04 a	6.387 a	0.70 a	33.30 a
Am ₆₀ +Nitrate ₄₀	0.146 b	0.36	38.56 ab	1.712 b	1.74 b	16.48 a	5.157 b	0.64 a	26.15 ab
F-test	**	ns	*	**	*	*	**	*	*
c.v.(%)	11.33	5.54	16.40	5.32	5.91	12.30	3.95	4.12	12.09

^{1/}Numbers are averaged of 4 replicates. Means in the same column followed by different letters are significant different at P≤0.05 (*) or P≤0.05 (**) by LSD, ns: no significant different.

Table 4 The pH value, ammonium and nitrate content in soil at 25 35 and 55 days after sowing .

Treatments	25 DAS			35 DAS			55 DAS		
	pH	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	pH	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	pH	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
No-N	6.92 a ^{1/}	314.20 ab ^{1/}	205.70 c ^{1/}	7.05 a ^{1/}	281.80 c ^{1/}	142.00 c ^{1/}	7.13 a ^{1/}	248.00 c ^{1/}	51.87 d ^{1/}
Am ₅₅ +Nitrate ₄₅	6.43 b	287.30 b	467.80 a	6.19 c	335.10 b	485.20 a	6.18 c	311.70 b	446.10 a
Am ₈₇ +Urea ₁₃	6.24 c	338.30 a	149.40 d	5.48 d	374.90 a	180.50 b	5.23 d	364.20 a	130.80 c
Am ₆₀ +Nitrate ₄₀	6.41 b	298.20 b	338.20 b	6.30 b	339.80 b	469.20 a	6.43 b	356.20 a	406.80 b
F-test	**	*	**	**	**	**	**	**	**
c.v.(%)	5.9	5.51	5.96	5.34	3.41	3.99	5.29	4.67	5.37

^{1/}Numbers are averaged of 4 replicates. Means in the same column followed by different letters are significant different at P≤0.05 (*) or P≤0.05 (**) by LSD, ns: no significant different.