ผลของปุ๋ยไนโตรเจนละลายช้าที่มีต่อสมบัติบางประการของดิน และการเจริญเติบโตของกล้ามะเขือเทศ

The Effect of Slow Release N Fertilizer on Some Soil Properties and Growth of Tomato Seedling

ธงชัย มาลา[1*], อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์[1], ศุภชัย อำคา[1], สิรินภา ช่วงโอภาส[1], ดุสิต จิตตนูนท์[2] และ ไชยา บุญเลิศ[1]

Thongchai Mala[1*], Audthasit Wongmaneeroj[1], Suphachai Amkha[1], Sirinapa Chungopast[1], Dusit Jittanoonta[2] and Chaiya Boonlert[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนละลายช้าในกล้ามะเขือเทศนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยที่มีต่อ สมบัติบางประการของดินและการเจริญเติบโตของกล้ามะเขือเทศ มีการวางแผนการทดลองแบบ 2×4 factorial in completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือชนิดของปุ๋ย ซึ่งมี 2 ชนิด (ปุ๋ยไนโตรเจนละลายช้า; ฟลอรานิดและปุ๋ยยูเรีย) และปัจจัยที่ 2 คืออัตราปุ๋ย 4 อัตรา (5, 10, 15 และ 20 กรัม N/ต้น) ผลการทดลอง พบว่าปริมาณของ NH^{+}_{4}-N ในดินของการใช้ปุ๋ยยูเรียลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จนถึงที่ระยะ 40 วัน หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ ปุ๋ยยูเรียทำให้มีปริมาณของ NO^{-}_{3}-N ในดินลดลงที่ระยะเวลา 20 และ 40 วันหลังจากใส่ปุ๋ย จากนั้นจะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณของ NO^{-}_{3}-N ในดินเนื่องจากปุ๋ยฟลอรานิดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงที่ระยะ เวลา 40 วัน จากนั้นจะลดลงเล็กน้อย การเพิ่มระดับปุ๋ยทำให้ค่า pH ของดินลดลง ส่วนค่าการนำไฟฟ้า(EC) เพิ่มขึ้น และการใช้ปุ๋ยยูเรียจะทำให้ค่า pH ของดินลดลง และค่า EC เพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยฟลอรานิด จำนวนใบมะเขือเทศ ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้นและราก สัดส่วน root N:shoot N ของมะเขือเทศที่อายุ 60 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 10 กรัม N/ต้น มีผลให้น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุดเท่ากับ 46.78 และ 9.71 กรัม/ต้น ตามลำดับ โดยที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 20 กรัม N/ต้น มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 27.75 และ 6.72 กรัม/ต้น ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 5 กรัม N /ต้น มีผลให้น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากมากที่สุดเท่ากับ 10.73 และ 1.44 กรัม/ต้น ตามลำดับ โดยที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 20 กรัม N /ต้น มีน้ำหนักสดรากและแห้งรากน้อยที่สุดเท่ากับ 3.40 และ 0.58 กรัม/ต้น ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยยูเรียนั้นทำให้กล้ามะเขือเทศมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากน้อยกว่า

คำสำคัญ: แอมโมเนียม, ไนเตรต, ปุ๋ยไนโตรเจนละลายช้า, มะเขือเทศ, สมบัติของดิน

ABSTRACT: The study aimed to determine the effects of slow release N fertilizer on soil properties and the growth of tomato seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse as 2x4 factorial in completely randomized design with 4 replications. The first factor was the kind of fertilizer (slow release N fertilizer and urea), and the

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, Nakhonpathom 73140

[2] บริษัท สหายเกษตรเคมีภัณฑ์ จำกัด 1114, 1116 ถนนบรมราชชนนี เขตบางพลัด กรุงเทพ 10700
Sahaikaset Agrochemicals Co.,Ltd. 1114, 1116 Borommaratchonni Rd., Ba ngplad, Bangkok 10700

* Corresponding auther: agrthm@ku.ac.th

second factor was the amount of fertilizer (5, 10, 15 and 20 g N/plant). The results revealed that the soil NH^+_4-N of urea treatment tended to decrease gradually, but that of Floranid treatment tended to increase with time until 40 days after planting, after which it appeared to have constant level. The soil NO^-_3-N from urea treatment decreased at 20 and 40 days after planting, but tended to increase after that. On the contrary, the soil NO^-_3-N from Floranid treatment had a gradual increase up to 40 days, but then decreased slightly. Increasing fertilizer levels reduced soil pH but increased EC value. Urea application induced lower pH but higher EC that those of Floranid. The number of leaves, P and K contents in the stem and root, and the ratio of root N:shoot N were not significant (P>0.05). Floranid application at 10 g N/plant induced the highest stem fresh weight and stem dry weight at 46.78 and 9.71 g/plant, respectively. The lowest stem fresh and dry weights of 27.75 and 6.72 g/plant, respectively, were found in 20 g N/plant of urea treatment. The highest fresh and root dry weights, 10.73 and 1.44 g/plant, respectively, were found in 5 g N/plant of Floranid treatment. The treatment of 20 g N/plant of urea gave the lowest root fresh and dry weights of 3.40 and 0.58 g/plant, respectively. Urea application induced the tomato seedlings to gain lower plant fresh and dry weights than those of Floranid.

Keywords: ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, slow release N fertilizer, soil property, tomato

บทนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill) เป็นพืชผักในวงศ์ Solanaceae มีถิ่นกำเนิดในแถบประเทศเม็กซิโก และอเมริกากลาง ในการผลิตมะเขือเทศต้องมีการดูแลรักษาในระยะกล้าเป็นอย่างดี เนื่องจากคุณภาพของต้นกล้ามีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการผลิตถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (Kato et al., 1990) ดังนั้นการให้น้ำและปุ๋ยตลอดจนถึงการดูแลรักษาในระยะกล้านั้นจึงมีความสำคัญมากต่อการย้ายกล้าและการตั้งตัวของกล้า ในการให้ปุ๋ยกับต้นกล้านั้นต้องมีความระมัดระวัง เนื่องจากถ้าใส่ลงไปในปริมาณที่มากก็มีผลทำให้กล้ามะเขือเทศไม่แข็งแรงหรืออาจตายได้ จำเป็นต้องละลายน้ำแล้วรดลงไปหรือแบ่งใส่หลายๆ ครั้ง แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในด้านของแรงงาน และไนโตรเจนส่วนเกินมักถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรตซึ่งสูญเสียออกจากดินได้ง่าย ทำให้ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อพืชลดลง ดังนั้นจึงต้องหาวิธีที่จะลดผลกระทบจากปัญหาดังกล่าว ทางเลือกหนึ่งก็คือการใช้ปุ๋ยละลายช้า

ปุ๋ยละลายช้า (slow–release fertilizers) หมายถึงปุ๋ยที่มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาช้ากว่าปุ๋ยเคมีทั่วไป แต่ไม่สามารถควบคุมอัตราและช่วงเวลาในการปลดปล่อยธาตุอาหารได้มากนัก เนื่องจากอัตราการปลดปล่อยขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอก เช่น ความชื้นของดิน ค่าปฏิกิริยาดิน ขนาดของเม็ดปุ๋ย เป็นต้น เป็นปุ๋ยที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ จากยูเรียที่มีสภาพละลายน้ำได้สูง แต่เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้ว เป็นปุ๋ยที่มีสภาพละลายน้ำได้ต่ำและปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาช้าตามสภาพการละลายน้ำ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) นอกจากนี้อัตราการปลดปล่อยยังขึ้นอยู่กับ pH และอุณหภูมิของดินอีกด้วย ปุ๋ยละลายช้าพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้โดยไม่ต้องแบ่งใส่หลายครั้ง เนื่องจากไนโตรเจนจากปุ๋ยหลายๆ ชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป สมบัติที่สำคัญประการหนึ่งก็คือมีความสามารถในการละลายน้ำได้ง่าย ทำให้มีการปลดปล่อยในอัตราที่สูงเกินความต้องการสำหรับพืช จึงเกิดการสูญเสียออกจากดินทำให้ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อพืชลดลง เกิดการสูญเสียของปุ๋ยไนโตรเจนหลายวิธี เช่น ไนเทรตถูกชะล้าง การระเหยของแอมโมเนีย ไนเตรตถูกรีดิวซ์แล้วได้แก๊ส N_2O, NO และ N_2 ซึ่งเป็นการระเหยออกไปจากดินได้เช่นกัน และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การมีปริมาณไนเทรตในแหล่งน้ำมากขึ้น เกิดแก๊สเรือนกระจกส่งผลทำอุณหภูมิของโลกสูงขึ้นโดยปกติผู้ใช้ปุ๋ยละลายช้ามีความคาดหมายด้านผลการใช้ คือ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร ประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการใส่ เพิ่มผลผลิต ประมาณร้อยละ 65 ของปุ๋ยละลายช้าทั้งหมดมักนำไปใช้กับพืชในเรือนเพาะชำและไม้กระถาง (Pauly et. al., 2002) เนื่องจากปุ๋ยละลายช้านั้น มีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้ช้ากว่าปุ๋ยเคมีทั่วไป ซึ่งมีการปลดปล่อยธาตุ

อาหารออกมาทีละน้อย อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นเวลานาน พอเหมาะกับความต้องการของพืช ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและต่อเนื่องตลอดช่วงอายุของพืช อีกทั้งยังสามารถการลดการสูญเสียธาตุอาหารสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยให้สูงขึ้น ลดอาการไหม้ของต้นกล้า ลดค่าใช้จ่ายในด้านของแรงงานและยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าพืช (Mikkelsen et al., 1994) Moore et al. (2004) รายงานว่า การเตรียมต้นกล้าในกระบะที่มีการใช้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำหากใช้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยละลายช้าในดินด้วยก็จะให้ผลดียิ่งขึ้น Dong and Wang (2007) ได้ศึกษาลักษณะการละลายของไนโตรเจนจากปุ๋ยละลายช้าพบว่าประสิทธิภาพของการใช้ไนโตรเจนของข้าวเพิ่มขึ้น 11.4% เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีปกติ และ Cartagena et al. (1995) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยชนิดต่างๆ ในการปลูกข้าวโพดพบว่าการใช้ปุ๋ยละลายช้า (ฟลอรานิด) ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการดูดธาตุอาหารของข้าวโพดสูงกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรีย ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยละลายช้าต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและแนวทางในการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยละลายช้าในกล้ามะเขือเทศ

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองเป็นแบบ 2×4 factorial in completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยแรกเป็นชนิดของปุ๋ย มี 2 ชนิด คือ 1) ปุ๋ยละลายช้า (ฟลอรานิด) และ 2) ยูเรีย ส่วนปัจจัย 2 เป็น อัตราปุ๋ยที่ใช้ 4 อัตรา คือ 1) 5 กรัม N /ต้น (ครั้งที่ 1 ใส่ 2 กรัม N /ต้น ครั้งที่ 2 ใส่ 3 กรัม N /ต้น) 2) 10 กรัม N /ต้น (ครั้งที่ 1 ใส่ 4 กรัม N /ต้น ครั้งที่ 2 ใส่ 6 กรัม N /ต้น) 3) 15 กรัม/ต้น (ครั้งที่ 1 ใส่ 6 กรัม N /ต้น ครั้งที่ 2 ใส่ 9 กรัม N /ต้น) และ 4) 20 กรัม N /ต้น (ครั้งที่ 1 ใส่ 8 กรัม N /ต้น ครั้งที่ 2 ใส่ 12 กรัม N /ต้น)

เตรียมดินโดยใช้ชุดดินกำแพงแสนผสมกับแกลบดิบและปุ๋ยอินทรีย์ (มูลไก่) ในอัตราส่วนดินต่อแกลบต่อปุ๋ยอินทรีย์ 4:1:1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน กองทิ้งไว้ 30 วัน (สมบัติทางเคมีบางประการดังแสดงใน (Table 1) จากนั้นบรรจุดินลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว โดยบรรจุกระถางละ 5 กก.

เพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดาในกระบะเพาะโดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ เจาะหลุมให้ลึก 1 ซม. จากนั้นหยอดเมล็ดลงไปหลุมละ 2 เมล็ดแล้วกลบทับรดน้ำให้ชุ่ม เมื่ออายุได้ 14 วันหลังหยอดเมล็ดจึงแยกต้นออกโดยให้เหลือหลุมละ 1 ต้น จากนั้นจึงย้ายกล้ามะเขือเทศลงกระถางปลูก โดยขุดหลุมในกระถางปลูกให้ลึก 5 ซม. กว้าง 5 ซม. นำกล้ามะเขือเทศ ใส่ลงไปกระถางละ 1 ต้น กลบดิน ให้น้ำ พ่นยาฆ่าแมลง และป้องกันกำจัดโรคพืชตามความเหมาะสม

ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ประกอบด้วยปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยละลายช้าเป็นชนิด Isobutylidene diurea (IBDU) มีชื่อทางการค้าว่า ฟลอรานิด สูตร 20-5-8 มีการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่พร้อมกับการย้ายปลูกต้นกล้าลงกระถาง ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากครั้งแรก 30 วัน วัน โดยใส่ห่างจากโคนต้น 5 ซม. แล้วพรวนดินกลบ ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ใส่พร้อมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 1 โดยปรับให้มีปริมาณธาตุอาหารหลักเท่ากันในทุกตำรับการทดลอง โดยใช้ปุ๋ยสูตร 0-46-0 และ 0-0-60

วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรตที่เป็นประโยชน์ในดิน (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ที่ระยะ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วันหลังย้ายปลูก วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในวัสดุปลูกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

วัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอด นับจำนวนใบของมะเขือเทศ ที่ระยะ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วันหลังย้ายกล้า ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นและรากของต้นกล้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Duncan's new multiple range test

Table 1 Some chemical property of mixed soil using in the experiment.

Properties	Analysis value	Interpretation[1/]
pH (soil:H_2O; 1:1)	7.20	moderate
Electrical conductivity(1:5;dS/m)	1.20	non saline
Oraganic matter (%) [2/]	2.85	moderate
Total nitrogen (%) [3/]	0.22	
Available phosphorus (mg P/kg) [4/]	372.50	Very high
Exchangeable potassium (mg K/kg)[5/]	1,516.8	Very high

[1/]กองสำรวจดิน (2523); [2/]Walkley and Black method; [3/] Kjeldahl method; [4/] Bray II extraction; [5/] extract with 1N ammonium acetate pH 7.0

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH^+_4-N) และไนเตรตไนโตรเจน (NO^-_3-N) ในดินที่ระยะ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วันหลังใส่ปุ๋ยยูเรียและฟลอรานิด

การศึกษาพบว่าชนิดและอัตราปุ๋ยทำให้ปริมาณ NH^+_4-N และ NO^-_3-N (mg/kg) ในดินปลูกกล้ามะเขือเทศอายุ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้น ปริมาณ NO^-_3-N ในวัสดุปลูกกล้ามะเขือเทศอายุ 40 วัน ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยการใช้ปุ๋ยยูเรียทำให้มีมีปริมาณ NH^+_4-N และ NO^-_3-N สูงกว่าปุ๋ยฟลอรานิด ส่วนปริมาณของ NH^+_4-N และ NO^-_3-N ของการเพิ่มอัตราปุ๋ยจาก 5 เป็น 10, 15 และ 20 กรัม N /ต้น ทำให้ปริมาณ NH^+_4-N และ NO^-_3-N เพิ่มขึ้น ปริมาณจะเพิ่มสูงขึ้นอีกหากมีการเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย ปริมาณ NH^+_4-N และ NO^-_3-N ในวัสดุปลูกกล้ามะเขือเทศอายุ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน มีปริมาณสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยยูเรียและฟลอรานิดอัตรา 20 กรัม N / ต้น โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียมีปริมาณ NH^+_4-N สูงสุดคือ 654.12, 159.86, 39.19, 579.60, 229.35 และ 70.27 mg/kg ตามลำดับและปริมาณ NO^-_3-N (mg/kg) สูงสุดคือ 381.15, 593.98, 706.62, 726.08, 490.61 และ 1179.18 (mg/kg) ตามลำดับ สำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดมีปริมาณ NH^+_4-N สูงสุดคือ 254.60, 38.73, 26.30, 346.78, 107.27 และ 115.89 mg/kg ตามลำดับและปริมาณ NO^-_3-N สูงสุดคือ 431.70, 594.56, 597.71, 726.08, 614.25, และ 670.29 NO^-_3-N ของอายุที่ศึกษาตามลำดับ (**Figure 1, 2**) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยในดินปลูกกล้ามะเขือเทศที่ระยะเวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 วันหลังใส่ปุ๋ยนั้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้น ปริมาณ NH^+_4-N และ NO^-_3-N ในดินจะสูงขึ้นด้วย ปริมาณของ NH^+_4-N ในปุ๋ยยูเรียลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าที่พบในปุ๋ยฟลอรานิดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ โดยที่ระยะ 40 วันจะมีปริมาณที่สูงขึ้นและค่อนข้างคงที่ ส่วนปริมาณของ NO^-_3-N ในดินพบว่าปุ๋ยยูเรียมีปริมาณของ NO^-_3-N ลดลงที่ระยะเวลา 20 และ 40 วันหลังจากใส่ปุ๋ย จากนั้นก็จะเพิ่มขึ้นในปริมาณที่สูง ส่วนปริมาณของ NO^-_3-N จากปุ๋ยฟลอรานิด จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงที่ระยะเวลา 40 วันหลังจากใส่ปุ๋ย จากนั้นก็จะลดลงเล็กน้อย เห็นได้ว่าปุ๋ยฟลอรานิดมีการปลดปล่อย NO^-_3-N ได้ยาวนานกว่าและปริมาณที่น้อยกว่าปุ๋ยยูเรีย (**Figure 3, 4**)

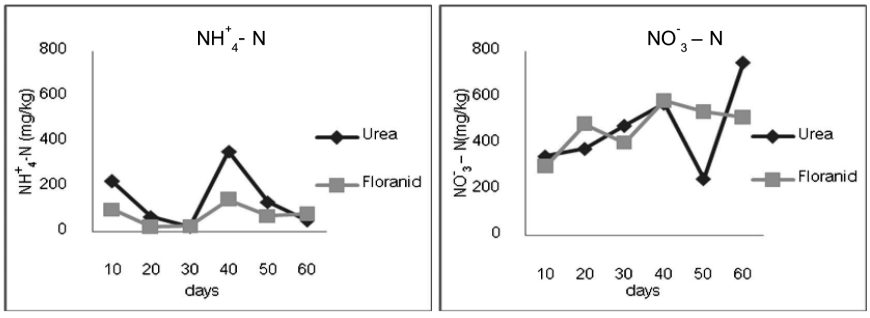

Figure 1 Quantity of ammonium nitrogen (NH^+_4-N) and nitrate nitrogen(NO^-_3-N) in the soil of urea and floranid applying treatments.

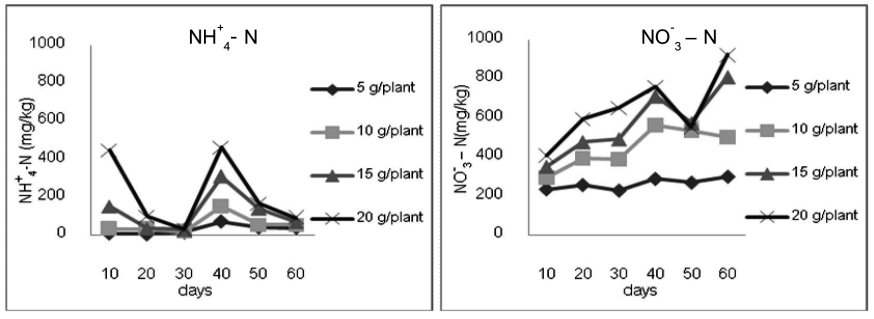

Figure 2 Quantity of ammonium nitrogen (NH^+_4-N) and nitrate nitrogen(NO^-_3-N) in the soil of various rate of fertilizer applying.

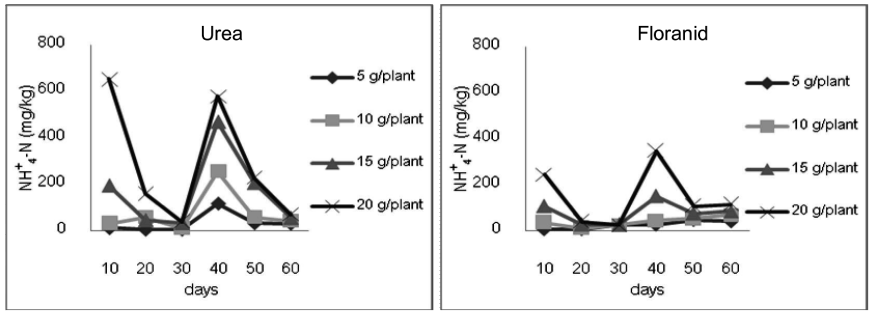

Figure 3 Quantity of ammonium nitrogen (NH^+_4-N) in the soil of urea and floranid applying treatments.

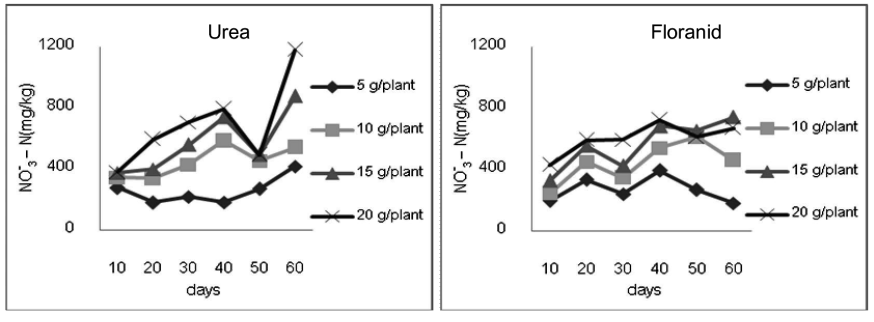

Figure 4 Quantity of nitrate nitrogen (NO^-_3-N) in the soil of urea and floranid applying treatments.

อัตราส่วนร้อยละของ NH^+_4-N และ NO^-_3-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ในดินที่ปลูกกล้ามะเขือเทศ

อัตราส่วนของ NH^+_4-N และ NO^-_3-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ที่วิเคราะห์ได้ในดินปลูกกล้ามะเขือเทศอายุ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน วันหลังใส่ปุ๋ยยูเรียและฟลอรานิด 5 อัตรา มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการใช้ปุ๋ยยูเรียมีอัตราส่วน NH^+_4-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์สูงกว่าปุ๋ยฟลอรานิด แต่การใช้ปุ๋ยฟลอรานิดทำให้อัตราส่วน ของ NO^-_3-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์สูงกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรีย ส่วนการเพิ่มอัตราปุ๋ยจาก 5 เป็น 10, 15 และ 20 กรัม N/ต้น ทำให้อัตราการปลดปล่อย NH^+_4-N และ NO^-_3-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์เพิ่มขึ้นและจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย โดยอัตราส่วนของ NH^+_4-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์มีค่าสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยยูเรียและฟลอรานิดอัตรา 20 กรัม N /ต้น ที่ระยะเวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรียมีปริมาณ NH^+_4-N ต่อปริมาณไนโตรเจน อนินทรีย์สูงสุดคือ 63.16, 21.21, 5.66, 42.17, 31.82 และ 7.38 % ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนของ NO^-_3-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ของแต่ละระยะเวลาจะมีค่าสูงสุดคือ 36.84, 78.79, 94.75, 57.83, 68.18 และ 94.38 % ตามลำดับ ขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดมีอัตราส่วนของ NH^+_4-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ สูงสุดคือ 36.26, 6.11, 9.71, 32.32, 14.95 และ 18.76 % ตามลำดับ และอัตราส่วนของ NO^-_3-N สูงสุดคือ 96.79, 82.02, 95.79, 93.41.,91.95 และ 89.69 % ตามลำดับ (Figure 5,6) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ย ปุ๋ยทั้งสองชนิดตอบสนองต่อการเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้น อัตราส่วนของ NH^+_4-N และ NO^-_3-N ต่อปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์จะสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าอัตราส่วนของ NO^-_3-N จะสูงกว่า NH^+_4-N ในทุกตำรับการทดลอง ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการไนตริฟิเคชันซึ่งจะเปลี่ยนรูปของ NH^+_4-N ไปอยู่ในรูปของ NO^-_3-N ได้อย่างรวดเร็ว (Abeliovich, 1992) (Figure 7,8)

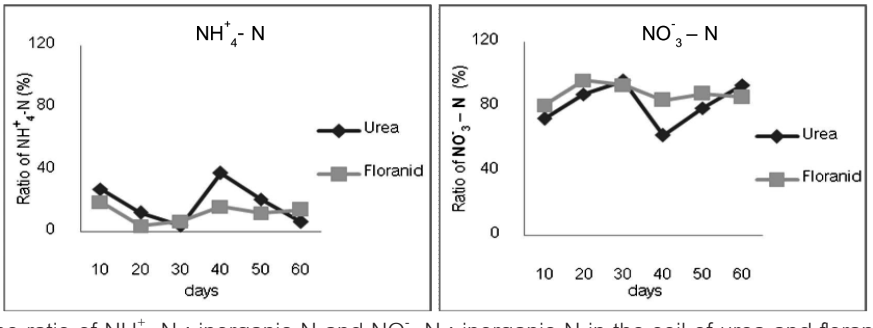

Figure 5 The ratio of NH^+_4-N : inorganic N and NO^-_3-N : inorganic N in the soil of urea and floranid applying treatments.

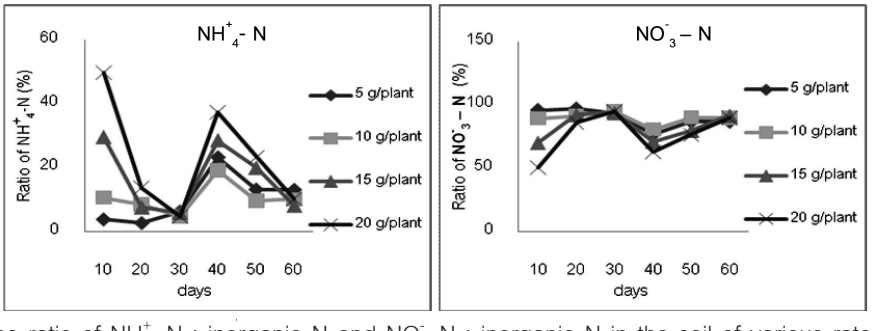

Figure 6 The ratio of NH^+_4-N : inorganic N and NO^-_3-N : inorganic N in the soil of various rate of fertilizer applying.

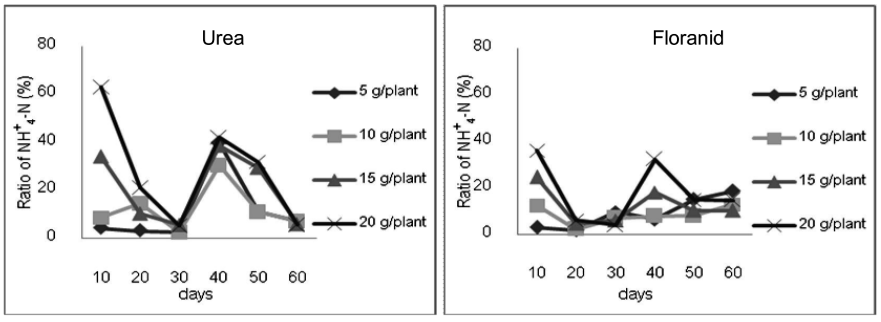

Figure 7 The ratio of NH^+_4-N : inorganic N in the soil of urea and floranid applying treatments.

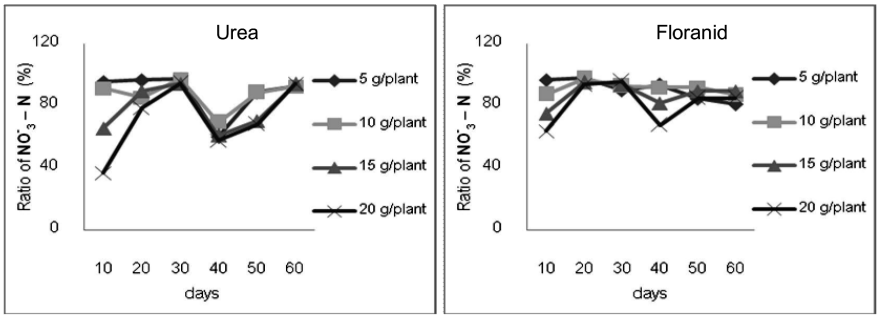

Figure 8 The ratio of NO^-_3-N: inorganic N in the soil of urea and floranid applying treatments.

ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินที่ปลูกกล้ามะเขือเทศ

ชนิดของปุ๋ยและการใช้แต่ละอัตราทำให้ค่า pH และค่า EC ในวัสดุปลูกกล้ามะเขือเทศหลังย้ายปลูก 40 50 วันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ยกเว้นที่ระยะ 60 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (**Table 2**) โดยการใช้ปุ๋ยยูเรียทำให้ค่า pH ลดลง แต่ค่า EC สูงกว่าการใช้ปุ๋ยปุ๋ยฟลอรานิด ส่วนการเพิ่มอัตราปุ๋ยจาก 5 เป็น 10 15 และ 20 กรัม N /ต้น ทำให้ค่า pH ลดลง และค่า EC เพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ย โดยค่า pH จะลดลงมากที่สุดจากสภาพเป็นกลาง (7.2) จนเป็นกรดเล็กน้อย (6.31) แต่ค่า EC จะเพิ่มขึ้นจากไม่เค็ม (1.2 dS/m) จนเป็นเค็ม (4.24 dS/m) เมื่อมีการใส่ปุ๋ยยูเรียและฟลอรานิดอัตรา อัตรา 20 กรัม N /ต้น ชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยมีอิทธิพลร่วมกัน ปุ๋ยทั้งสองชนิดตอบสนองต่อการเพิ่มอัตราปุ๋ย เมื่อมีการเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้น ค่า pH ลดลง และค่า EC เพิ่มขึ้น ยกเว้นค่า pH ที่ระยะ 50 วัน และค่า EC ที่ระยะ 60 วัน ที่ไม่มีการตอบสนอง (**Table 2**) การใช้ปุ๋ยยูเรียจะทำให้ค่า pH ลดลง แต่ค่า EC เพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้ปุ๋ยฟลอรานิด เนื่องจากยูเรียเป็นปุ๋ยที่ละลายน้ำง่าย เมื่อใส่ในดินระยะแรกจะมีผลทำให้ดินเป็นด่าง ต่อมาเมื่อแอมโมเนียมไอออนถูกออกซิไดซ์ก็จะเกิดผลตกค้างเป็นกรด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548) แต่การเพิ่มค่า pH ของดินจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวในบริเวณเล็กๆ ที่สัมผัสกับปุ๋ยเท่านั้น (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

Table 2 The value of pH (1:1) and electrical conductivity (EC,1:5) of the soil at 40, 50 and 60 days after planting the tomato seedling.

Rate (g/plant)	40 days						50 days						60 days					
	pH (1:1)			EC (1:5)			pH (1:1)			EC (1:5)			pH (1:1)			EC (1:5)		
	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average
5	6.77b	6.93a	6.85a	2.15d	1.09g	1.62d	6.91	7.05	6.98a	1.96d	1.14f	1.55a	7.25a	7.27a	7.26a	1.94	1.06	1.50d
10	6.56d	6.80b	6.86b	2.53c	1.27f	1.90c	6.81	6.91	6.86b	2.31c	1.70e	2.00b	6.89cd	7.07b	6.98b	2.25	1.40	1.83c
15	6.44e	6.76b	6.60c	2.81b	1.55e	2.18b	6.71	6.77	6.74c	2.75b	1.78e	2.27c	7.03bc	6.86d	6.95b	2.55	1.66	2.10b
20	6.31f	6.66c	6.49d	4.24a	2.13d	3.19a	6.56	6.72	6.64d	3.30a	2.28c	2.79d	6.94bcd	6.70e	6.82c	3.14	2.35	2.75a
average	6.52b	6.79a		2.93a	1.51b		6.91	7.05	6.98a	1.96d	1.14f	1.55a	7.02	6.97		2.47a	1.62b	
F-test																		
Fertilizer(F)	**			**			**			**			ns			**		
Rate(R)	**			**			**			**			**			**		
FxR	**			**			ns			**			**			ns		
CV(%)	29.92			43.69			2.21			29.73			2.82			31.56		

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = significant at 0.01, ns = non significant

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังย้ายปลูก 60 วัน

ชนิดของปุ๋ยและการใช้แต่ละอัตราทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) (Table 3) โดยการใช้ปุ๋ยยูเรียทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่าการใช้ปุ๋ยฟลอรานิด เนื่องจากการใช้ปุ๋ยยูเรียทำให้ค่า pH ของดินเป็นกรดเล็กน้อยซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะกับการละลายของฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ ซึ่ง pH ของดินระหว่าง 6.8-7.2 จะมีอยู่ในรูป HPO_4^{2-} ซึ่งพืชดูดนำไปใช้ได้ง่าย และไนโตรเจนมีอันตรกิริยาเชิงบวกกับฟอสฟอรัส การเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดินทำให้รากพืชดูดฟอสฟอรัสได้มากขึ้น เนื่องจากไนโตรเจนช่วยให้รากพัฒนาเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดและเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัส (ยงยุทธ, 2552) แต่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1458.69 - 1518.55 mg P/kg การเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ได้รับ และมีปริมาณสูงสุดเมื่อมีการใช้ปุ๋ยยูเรียและฟลอรานิดอัตรา 20 กรัม N /ต้น โดยตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยยูเรียมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดคือ 493.75 mg P/kg ตามลำดับ และในตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดคือ 487.50 mg P/kg สำหรับอิทธิพลร่วมกันระหว่างชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยนั้น ปุ๋ยทั้งสองชนิดตอบสนองต่อการเพิ่มอัตราปุ๋ยเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะสูงขึ้นด้วย (Table 3)

Table 3 The quantity of available P and exchangeable K in the soil at 60 days after planting the tomato seedling.

Rate (g/plant)	Available P			Exchanable K		
	Urea	Floranid	average	Urea	Floranid	average
5	412.50b	293.75d	353.13c	1485.89	1431.89	1458.69
10	493.75a	337.50c	415.63b	1487.01	1499.01	1493.19
15	487.50a	343.75c	415.63b	1494.09	1494.03	1524.17
20	493.75a	487.50a	490.63a	1512.03	1512.25	1518.55
average	471.88a	365.62b		1484.26	1484.25	
F-test						
Fertilizer(F)	**			ns		
Rate(R)	**			ns		
FxR	**			ns		
CV(%)	19.89			3.76		

Means followed by the same letters are not statistically different ($P<0.05$) from each other according to DMRT.

** = significant at 0.01, ns = non significant

ความสูงและจำนวนใบมะเขือเทศ

ชนิดและอัตราของปุ๋ยทำให้ความสูงที่อายุ 20, 30, 40, 50 และ 60 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นที่ระยะ 10 วันและจำนวนใบมะเขือเทศทุกระยะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดทำให้ความสูงของมะเขือเทศสูงกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรีย เนื่องจากปุ๋ยฟลอรานิดมีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้สม่ำเสมอสอดคล้องกับความต้องการในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืช และต่อเนื่องกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทั่วไป (Pauly et al., 2002; Moore, 2004) โดยเฉพาะช่วงที่มีการเริ่มออกดอกหรือหลังการย้ายกล้า 30 วัน ถ้ามะเขือเทศได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอจะเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูงและผลผลิตมีคุณภาพดี ส่วนการเพิ่มอัตราปุ๋ยจาก 5 เป็น 10, 15 และ 20 กรัม N /ต้น ทำให้ความสูงของมะเขือเทศเพิ่มขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดอัตรา 20 กรัม N /ต้น ที่อายุ 10, 20 และ 30 วัน ทำให้ความสูงของต้นมะเขือเทศสูงที่สุดคือ 16.16, 23.91 และ 46.67 ซม. ตามลำดับ สำหรับอิทธิพลร่วมกันระหว่างชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยนั้น ปุ๋ยทั้งสองชนิดตอบสนองต่อการเพิ่มอัตราปุ๋ยเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้นทำให้ความสูงเพิ่มขึ้น (**Table 4**) แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรียพืชตายลง อาจเนื่องมาจากเมื่อใส่ยูเรียในดินที่มีความชื้นพอประมาณจะละลายอย่างรวดเร็วต่อจากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ซึ่งแอมโมเนียที่คงอยู่ในดินจะละลายน้ำได้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นบริเวณรอบๆ เม็ดปุ๋ยจะเป็นด่างจัด หากใส่ปุ๋ยชิดกับรากพืชแล้วอาจเป็นพิษแก่ส่วนของพืช ดังนั้นที่ระยะ 40, 50 และ 60 วัน จึงเหลือแค่มะเขือเทศในตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตราต่างๆ ซึ่งพบว่าอัตราปุ๋ยฟลอรานิดทำให้ความสูงของมะเขือเทศแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการใช้ปุ๋ยอัตรา 5 กรัม N /ต้น ทำให้มีความสูงสุดคือ 55, 55 และ 65.50 cm ตามลำดับ ส่วนจำนวนใบมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7-14 ใบ (**Table 4**)

Table 4 The height and number of leaf of tomato at 30 days after planting the tomato seedling.

Rate (g/plant)	10 days						20 days						30 days					
	Hight (cm.)			Leaf (leaf/plant)			Hight (cm.)			Leaf (leaf/plant)			Hight (cm.)			Leaf (leaf/plant)		
	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average	urea	floranid	average
5	11.50bd	16.16a	13.83	4.00	4.50	4.25	16.00cd	23.91a	19.95	6.50	7.25	6.88	32.00c	46.67a	39.33a	9.00	10.25	9.63ab
10	11.00cd	13.25bd	12.12	4.25	4.50	4.38	17.75bd	19.25ad	18.50	7.25	7.00	7.13	37.25bc	37.67bc	37.46a	9.00	10.00	9.50ab
15	12.83bd	13.75ac	13.29	4.50	4.50	4.50	21.00ac	17.25	19.13	8.00	6.50	7.25	37.50bc	38.67ac	38.08a	11.00	11.25	11.13a
20	14.25ab	10.66d	12.46	4.00	4.75	4.38	14.50d	21.75ab	18.13	5.00	7.00	6.00	14.50d	42.25ab	28.37b	5.50	9.50	7.50b
average	12.40	13.46		4.19	4.56		17.31b	20.54a		6.68	6.94	6.81	30.31b	41.31a		8.62 b	10.25a	
F-test																		
Fertilizer(F)	ns			ns			**			ns			**			*		
Rate(R)	ns			ns			ns			ns			**			*		
FxR	**			ns			**			ns			**			ns		
CV(%)	18.17			17.12			21.83			20.91			28.51			26.59		

Table 4 The height and number of leaf of tomato at 30 days after planting the tomato seedling.

Rate (g/plant)	40 days				50 days				60 days			
	Hight (cm.)		Leaf (leaf/plant)		Hight (cm.)		Leaf (leaf/plant)		Hight (cm.)		Leaf (leaf/plant)	
	urea	floranid	urea	floranid	urea	floranid	urea	floranid	urea	floranid	urea	floranid
5	-	55.00a	-	9.00	-	55.00a	-	9.75	-	56.50a	-	12.00
10	-	45.00b	-	9.25	-	49.25b	-	12.50	-	50.25ab	-	14.00
15	-	40.75b	-	9.75	-	44.00b	-	11.00	-	46.25b	-	13.00
20	-	47.25b	-	7.00	-	49.50b	-	12.25	-	49.50b	-	12.5๑
F-test	-	**	-	ns	-	*	-	ns	-	*	-	ns
CV(%)	-	14.09	-	26.85	-	10.90	-	19.50	-	10.67	-	11.98

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

* = significant at 0.05, ** = significant at 0.01, ns = non significant

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากของกล้ามะเขือเทศ

การใช้ปุ๋ยในอัตราต่างๆ ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (**Table 5**) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 10 กรัม/ต้น มีผลให้น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งต้นมีน้ำหนักสูงที่สุดเท่ากับ 46.78 และ 9.71 กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 5 กรัม N /ต้น โดยที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 20 กรัม N /ต้น มีน้ำหนักต่ำที่สุดเท่ากับ 27.75 และ 6.72 กรัม/ต้น ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 5 กรัม N /ต้น มีผลให้น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากสูงที่สุดเท่ากับ 10.73 และ 1.44 กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 10 กรัม N /ต้น โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 20 กรัม N /ต้น มีน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ 3.40 และ 0.58 กรัม/ต้น ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยยูเรียนั้นทำให้กล้ามะเขือเทศมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดินน้อยกว่าปุ๋ยฟลอรานิด เนื่องจากกล้ามะเขือเทศ อาจได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืชจึงมีการเจริญเติบโตลดลง (Marschner, 1995)

Table 5 Fresh and dry weight of shoot and root of tomato at 60 days after planting seedling.

Rate (g/plant)	Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Root fresh weight	Root dry weight
5	42.94ab	9.59a	10.73a	1.44a
10	46.78a	9.71a	9.95a	1.24a
15	35.95cd	7.15b	7.28b	1.18a
20	27.75d	6.72b	3.40c	0.58b
F-test	**	**	**	**
CV(%)	23.62	20.26	39.54	34.95

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = significant at 0.01

ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้นและรากที่อายุ 60 วันหลังย้ายปลูก

การใช้ปุ๋ยปุ๋ยฟลอรานิดในอัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในลำต้นและรากมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) (**Table 7**) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟลอรานิดในอัตรา 20 กรัม N /ต้น มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 3.65 และ 3.09 % ของต้นและรากตามลำดับ แต่ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้นและรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในลำต้นและรากมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.24-0.27 % และ 0.27-0.28 % ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้นและรากมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.47-4.71 % และ 2.82-3.00 % ตามลำดับ (**Table 7**) ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้นมีมากกว่าในราก ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในลำต้นและรากมีปริมาณใกล้เคียงกัน และโพแทสเซียมมีปริมาณมากที่สุดในบรรดาสามธาตุ จากการทดลองนี้ปริมาณธาตุอาหารทั้งสามที่พบถือว่าเพียงพอต่อการเจริญเติบโต แม้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืช อวัยวะและระยะการเจริญเติบโต แต่โดยทั่วไปปริมาณไนโตรเจนในพืชที่อยู่ระหว่าง 2-5% ต้องการฟอสฟอรัส 0.3-0.5% โพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 2-5 % โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อพืชได้รับธาตุนี้ต่ำกว่าระดับปกติย่อมมีการเจริญเติบโตน้อยลง

สัดส่วน root N:shoot N ของมะเขือเทศที่อายุ 60 วันหลังย้ายปลูก

การใช้ปุ๋ยปุ๋ยฟลอรานิดในอัตราต่างๆ สัดส่วน root N:shoot N ของมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.81-0.85 (Table 6) จากการทดลองจะเห็นได้ว่าในระยะนี้การเจริญเติบโตการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินจะมีสูงกว่าราก เนื่องจากในช่วงแรกเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไปจะลดการเจริญเติบโตของรากและส่งเสริมการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินกับรากจึงสูงขึ้น การเจริญเติบโตของรากเป็นปฏิภาคโดยกลับกับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในพืช และพืชตอบสนองต่อระดับของไนโตรเจนที่ได้รับ โดยควบคุมการเจริญเติบโตของราก และจัดสัดส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับลดลง ความสูงของพืชค่อนข้างคงที่หรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่จะมีการเจริญเติบโตทางรากมากขึ้น (Hirano et al., 2008)

Table 6 The nitrogen phosphorus and potassium in the shoot and root of tomato seedling and the ratio of root N:shoot N of tomato seedling at 60 days.

Rate (g/plant)	N (%)		P(%)		K(%)		root N:shoot N
	shoot	root	shoot	root	shoot	root	
5	3.07c	2.50b	0.24	0.28	4.61	2.82	0.81
10	3.19 bc	2.58b	0.25	0.27	4.47	2.96	0.81
15	3.42b	2.78ab	0.27	0.29	4.60	2.85	0.81
20	3.65a	3.09a	0.26	0.28	4.71	3.00	0.85
F-test	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	8.01	11.30	10.38	4.63	6.49	18.95	5.64

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

* = significant 0.05, ** = significant 0.01, ns = non significant

สรุป

ปริมาณของ NH^+_4-N ในดินของการใช้ปุ๋ยยูเรียมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอโดยที่ระยะ 40 วันจะมีปริมาณที่สูงขึ้นและค่อนข้างคงที่ ส่วนปริมาณของ NO^-_3-N ในดินพบว่าปุ๋ยยูเรียมีปริมาณของ NO^-_3-N ลดลงที่ระยะเวลา 20 และ 40 วันหลังจากใส่ปุ๋ย จากนั้นก็จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปริมาณที่สูง ส่วนปุ๋ยฟลอรานิดปริมาณของ NO^-_3-N ในดินจากปุ๋ยฟลอรานิดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงที่ระยะเวลา 40 วันหลังจากใส่ปุ๋ย จากนั้นก็จะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย การเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้นจะส่งผลให้ค่า pH ของดินลดลง แต่ค่า EC เพิ่มขึ้น และการใช้ปุ๋ยยูเรียจะค่า pH ของดินลดลง แต่ค่า EC เพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้ปุ๋ยฟลอรานิด เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยละลายช้าและปุ๋ยยูเรียในอัตราที่เท่ากัน ปุ๋ยฟลอรานิดจะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้สม่ำเสมอสอดคล้องกับความต้องการในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืช และต่อเนื่องกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียซึ่งมีการปลดปล่อยในอัตราที่สูงเกินความต้องการและเป็นอันตรายสำหรับพืช และการใช้ปุ๋ยฟลอรานิดอัตรา 20 กรัม/ต้น จะทำให้กล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช (Soil and Plant analysis). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abeliovich, A. 1992. Transformation of ammonia and the environmental impact of nitrifying bacteria. Biodegradation 3: 255-264.

Cartagena, M.C., A. Vallejo, J.A. Diez, A. Bustos, R. Caballero, and R. Roman. 1995. Effect of the type of fertilizer and source of irrigation water on N use in a maize crop. Field Crops Res. 44: 33-39.

Dong Y., and Wang Z. 2007. Release Characteristics of Different N Forms in an Uncoated Slow/Controlled Release compound fertilizer. Agric. Sci. 6: 330-337.

Hirano, T., Y. Satoh, A. Ohki, R. Takada, T. Arai, and H. Michiyama. 2008. Inhibition of ammonium assimilation restores elongation of seminal roots repressd by high levels of exgogenous ammonium. Physiol. Planta. 134: 183-190.

Kato, T., N. Hashimoto, S. Yasawa, and Y. Nishimura. 1990. Seeding technology. pp. 25-84. Development of Commercial Crops. JICA. No. 46. Tsukuba.

Mikkelsen, R.L., H. M. Williams, and A.D.Behel, Jr. 1994. Nitrogen leaching and plant uptake from controlled-release fertilizer. Dep. Soil Science, State University, Raleigh, NC 27695, USA. Fert. Res. 37: 43-50.

Moor, K.K. 2004. Growth of bedding plants in substrates amended with compost and fertilized with three different release rates of controlled-release fertilizer product. Hort Technology 14: 474-478.

Pauly, D.J., M. Nyborg, and S.S. Malhi. 2002. Controlled-release P fertilizer concept evaluation using growth and P uptake of barley from three soils in greenhouse. Canadian Journal of Soil Science 82: 201-210.