บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการให้ไนโตรเจนแก่ปทุมมาในระดับที่ต่างกันจำนวน 5 ระดับ คือ 37.5, 75.0, 150.0, 300.0 และ 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ระดับไนโตรเจนมีผลต่อปทุมมาดังนี้

1. การเจริญเติบโตของปทุมมา

จากการทดลองพบว่า ระดับไนโตรเจนส่งผลให้มีความแตกต่างในเรื่องความสูง จำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ ความเข้มสีเขียวของใบ พื้นที่ใบต่อต้น น้ำหนักสดของหัวเก่า น้ำหนักสดของตุ้มรากเก่า น้ำหนักสดของอวัยวะใต้ดินทั้งหมด น้ำหนักสดของอวัยวะเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักสดหน่อที่ 1 - 5 น้ำหนักแห้งของหัวเก่า น้ำหนักแห้งของอวัยวะใต้ดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งของอวัยวะเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักแห้งหน่อที่ 1 - 5 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา โดยความสูงเฉลี่ยของต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะที่ 2 และเริ่มคงที่หลังระยะที่ 2 ความสูงเฉลี่ย 32.17 เซนติเมตรจากการให้ที่ระดับไนโตรเจน 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระดับไนโตรเจน 75.0 - 300.0 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งการเพิ่มระดับไนโตรเจนที่ 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ กลับลดความสูงของต้นปทุมมาลง เนื่องจากเมื่ออัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นถึงจุดสูงสุดและไม่มีการเจริญแล้ว หากได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้นอีกอัตราการเจริญเติบโตจะลดลง เรียกว่า พิสัยเป็นพิษ (toxic range) (ศรีสม, 2547) ส่วนจำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ และพื้นที่ใบต่อต้น พบว่า ระดับไนโตรเจน 37.5 และ 75.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้พืชมีจำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ และพื้นที่ใบต่อต้นสูงสุด มากกว่าการได้รับระดับไนโตรเจนอื่นๆ จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตในดองดึง โดยให้ไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0, 210, 420 และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ระดับความเข้มข้นไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ดองดึงมีความสูง และน้ำหนักหัวมากกว่าระดับความเข้มข้นไนโตรเจนอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (วันเพ็ญ, 2546) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ไนโตรเจนทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ เอนไซม์ โคเอนไซม์ รวมถึงฮอร์โมนบางชนิด (โสระยา, 2547) เช่น ออกซิน และไซโตไคนิน ซึ่งสารชีวเคมีเหล่านี้มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตในด้านการแบ่งเซลล์ เร่งการขยายขนาดของเซลล์ และส่งเสริมการสร้างโปรตีน (มุกดา, 2544) จึงทำให้พืชที่กำลังเจริญเติบโต เมื่อได้รับปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสม ทำให้พืชมีใบขนาดใหญ่และแตกกิ่งก้านสาขามากขึ้น (สมบุญ, 2538)

ระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้นส่งผลต่อความเข้มสีเขียวของใบ โดยระดับไนโตรเจน 75.0, 150.0 และ 300.0 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความเข้มสีเขียวของใบมากที่สุด เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้พืชมีสีเขียว และมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยในคลอโรพลาสต์ซึ่งเป็นที่อยู่ของคลอโรฟิลล์มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ (Stocking and Ongum, 1962) นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก เมื่อพืชขาดไนโตรเจนทำให้เกิดอาการคลอโรซิส (chlorosis) หรืออาการที่ใบมีสีเหลืองเนื่องจากการขาดคลอโรฟิลล์ ปรากฏในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างก่อน และเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย (Epstien, 1972) ช่วงแรกของการเจริญเติบโตจึงมีการเคลื่อนย้ายจากใบแก่สู่ใบอ่อน ดังนั้นเมื่อขาดจึงแสดงอาการที่ใบล่าง ก่อนลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีดและเหลือง การเจริญส่วนยอดหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น ส่วนรากแผ่ขยายมาก และส่งผลให้พืชตายในที่สุด (สมบุญ, 2538) ในการทดลองครั้งนี้พบว่าต้นปทุมมาที่ได้รับระดับไนโตรเจนน้อยที่สุดมีความเข้มสีใบน้อยตามไปด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Yoneda *et al.* (1997) พบว่า การขาดไนโตรเจนมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ใน *Phalaenopsis* ลดลง จากการทดลองในครั้งนี้ยังพบว่าการให้ระดับไนโตรเจน 37.5 และ 75.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนักสดตุ้มรากเก่า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของอวัยวะใต้ดินทั้งหมด อวัยวะเหนือดินทั้งหมด หน่อที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัวเก่าและน้ำหนักแห้งตุ้มรากเก่าของปทุมมาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของธาตุไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นไม่ช่วยทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากไปกว่านี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชได้รับไนโตรเจนมากตั้งแต่ระยะแรก ทำให้ส่วนเหนือดินเจริญอย่างรวดเร็วแต่รากเจริญช้า ดังนั้นในช่วงเวลาต่อมารากย่อมดูดน้ำ และธาตุอาหารได้น้อยกว่าที่พืชต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก (สมบุญ, 2536; ยงยุทธ, 2543) จึงทำให้น้ำหนักแห้งไม่เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับไนโตรเจนมากเกินไป

2. คุณภาพดอก และคุณภาพหัวพันธุ์

การที่พืชได้รับระดับไนโตรเจน 150.0 และ 300.0 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ปทุมมา มีความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก และความกว้างช่อดอก มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่จำนวนกลีบประดับสีเขียว และสีชมพูไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาผลของระดับไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของบัวชั้น (*Curcuma petiolata*) โดยโสระยา และคณะ (2551) พบว่าระดับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความยาวช่อดอก ความยาวก้านดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียว และสีชมพูของบัวชั้นมากที่สุด และมากกว่าที่

ระดับ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าหากเพิ่มระดับธาตุอาหารเกินพิกัดความพอเพียงอาจทำให้การเจริญเติบโตคงที่ จากการทดลองในครั้งนี้ยังพบว่าระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจาก 37.5 – 300.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้คุณภาพดอก ได้แก่ ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก และความกว้างช่อดอก เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่การเพิ่มความเข้มข้นมากกว่านี้ในระดับไนโตรเจน 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้คุณภาพดอกลดลง

ด้านคุณภาพหัวพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ระดับไนโตรเจนมีผลต่อจำนวนหัวใหม่ของปทุมมา โดยการให้ระดับไนโตรเจน 37.5 และ 150.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปทุมมามีจำนวนหัวใหม่มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าการที่พืชได้รับระดับไนโตรเจน 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางหัวพันธุ์สูงสุด 1.74 เซนติเมตร แต่ไม่มีการพัฒนาของตุ้มรากเกิดขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Ohtake *et al.* (2006) ที่พบว่าการให้ระดับไนโตรเจนที่สูง ส่งเสริมการสร้างหัวพันธุ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง แต่การเจริญเติบโตของตุ้มรากกลับลดลง สารประกอบไนโตรเจนที่มีมากจะสัมพันธ์กับผลรวมไนโตรเจนที่เพิ่มโปรตีนในหัวพันธุ์ แต่ลดการสร้างตุ้มรากใหม่อันเนื่องมาจากการสะสมแป้งลดลง นอกจากนี้ระดับไนโตรเจน 75.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปทุมมามีจำนวนตุ้มรากต่อหัว เส้นผ่าศูนย์กลางตุ้มราก ความยาวตุ้มราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการหาความสัมพันธ์ของระดับไนโตรเจนต่อจำนวนหัวพันธุ์ และน้ำหนักสดหัวพันธุ์ พบว่า ระดับไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับจำนวนหัวพันธุ์ และน้ำหนักสดหัวพันธุ์ของปทุมมา ซึ่งการเพิ่มระดับของไนโตรเจนที่สูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้จำนวนหัวพันธุ์ และน้ำหนักสดหัวพันธุ์ของปทุมมากลับลดลง มีการศึกษาผลของระดับไนโตรเจนต่อการเติบโตของไม้ดอกประเภทหัวชนิดอื่น เช่น แกลดิโอลัส พบว่าอัตราไนโตรเจนที่ 50 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ สามารถผลิตหัวพันธุ์ของแกลดิโอลัสได้สูงสุด ตรงข้ามกับอัตราที่สูงขึ้น (100 และ 150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์) สามารถผลิตหัวพันธุ์ได้น้อยสุด (Pant, 2005) อาจเป็นผลมาจากระดับไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ในระยะแรกพืชมีการเจริญเติบโตน้อย จึงเป็นเหตุทำให้ระยะการเจริญเติบโตต่อมา อวัยวะที่อยู่ใต้ดินซึ่งเป็นบริเวณสะสม (sink) มีการเจริญเติบโตและขนาดลดน้อยลงไปด้วย อันเนื่องมาจากการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ และรวมถึงการช่วยเคลื่อนย้ายธาตุอาหารลดน้อยลง (ยงยุทธ, 2543) เป็นผลให้จำนวนหัวพันธุ์และน้ำหนักสดหัวพันธุ์ลดลงที่การให้ระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้น

3. ปริมาณธาตุอาหารในปทุมมา

จากการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุอาหารในปทุมมาที่ได้รับระดับไนโตรเจนต่างกัน ในระยะการเจริญเติบโต 5 ระยะ คือระยะที่ 1 อายุ 45 วันหลังปลูก ระยะที่ 2 อายุ 75 วันหลังปลูก ระยะ

ที่ 3 อายุ 105 วันหลังปลูก (ระยะออกดอก) ระยะที่ 4 อายุ 135 วันหลังปลูก และระยะที่ 5 อายุ 165 วันหลังปลูก (ระยะเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์) ให้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ปริมาณไนโตรเจน

จากการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุไนโตรเจนในปทุมมา พบว่า หัวเริ่มต้นที่ใช้ปลูกมีไนโตรเจน 9.00 มิลลิกรัมต่อต้น และ 4.87 มิลลิกรัมต่อต้นในตุ้มราก และเมื่อวิเคราะห์ผลของระดับไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา พบว่า ระดับของไนโตรเจนมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การได้รับระดับไนโตรเจน 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้อวัยวะที่อยู่ใต้ดิน หน่อที่ 1, 2 และ 3 ในระยะที่ 2 (อายุ 75 วันหลังปลูก) มีปริมาณของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากอวัยวะใต้ดิน และหน่อ เป็นอวัยวะที่เป็นตัวรับธาตุอาหาร (sink) จากหัวและตุ้มรากเก่าซึ่งดูดไนโตรเจนจากธาตุอาหารภายนอกที่ให้กับพืชส่งไปยังอวัยวะใต้ดิน และหน่อ 1, 2 และ 3 ทำให้อวัยวะที่อยู่ใต้ดิน หน่อที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณของไนโตรเจนมากขึ้นเมื่อระดับไนโตรเจนภายนอกมากขึ้น ต่อมาในระยะที่ 3 (ระยะออกดอก) ปทุมมาที่ได้รับไนโตรเจนในระดับที่ต่ำกว่ามีปริมาณไนโตรเจนในอวัยวะเหนือดิน อวัยวะใต้ดิน หน่อที่ 2, 3 และ 4 น้อยกว่า เนื่องมาจากพืชมีความต้องการใช้ไนโตรเจนมากขึ้นเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของดอก ดังนั้นจึงมีการดึงธาตุอาหารไปจากส่วนของหัวเก่าและตุ้มรากเก่ามากขึ้น ในขณะเดียวกันอวัยวะใต้ดิน (หัว ตุ้มราก รากฝอย) มีการสร้างเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งรับอาหารที่สำคัญ (strong sink) ในขณะที่อวัยวะเหนือดินไม่มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น ผลของการให้ระดับไนโตรเจนที่แตกต่างกันจึงแสดงออกที่ส่วนของอวัยวะใต้ดินอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าส่วนอื่นของปทุมมาตลอดระยะการเจริญเติบโต คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์ (2544) รายงานว่า พืชหัวโดยทั่วไปต้องการไนโตรเจนมากในระยะแรกสำหรับการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินเพื่อให้มีใบมาก มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้สูง เมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินถูกบังคับให้หยุด เพื่อให้คาร์โบไฮเดรตที่เกิดขึ้นในระยะนี้เคลื่อนย้ายมาสะสมที่ส่วนใต้ดินให้มากที่สุด สอดคล้องกับ อภิวัฒน์ (2547) ที่ศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของเอื้องดินใบหมาก พบว่า ในภาพรวมไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในรากมากกว่าที่ได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่การทดลองครั้งนี้การให้ระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้นตลอดอายุการเจริญเติบโตของปทุมมาแม้จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนในส่วนพืชมีค่าสูงสุด แต่กลับลดการเกิดหน่อ และทำให้พืชเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วกว่าปกติ จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนในดิน ความเป็นกรด – ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า พบว่าความเข้มข้นไนโตรเจนในดินก่อนทำการทดลองมีค่า 10.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ

ตลอดระยะการเจริญเติบโต ความเข้มข้นไนโตรเจนในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนจากภายนอก ค่าความเป็นกรด - ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ตารางภาคผนวกที่ 50, 55 และ 56) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องให้ไนโตรเจนกับปทุมมาที่ระดับสูงเกินไป และเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายเรื่องปุ๋ย

3.2 ปริมาณฟอสฟอรัส

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในปทุมมา พบว่า หัวเริ่มต้นที่ใช้ปลูกมีฟอสฟอรัส 13.10 มิลลิกรัมต่อต้น และ 21.74 มิลลิกรัมต่อต้นในตุ้มราก และเมื่อวิเคราะห์ผลของระดับไนโตรเจนต่อปริมาณฟอสฟอรัสในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา พบว่า ระยะที่ 1 การได้รับระดับไนโตรเจนที่ต่างกันทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในอวัยวะใต้ดิน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับไนโตรเจน 150.0 และ 300.0 กิโลกรัมต่อไร่ จนกระทั่งเข้าสู่ระยะที่ 2 ระดับไนโตรเจนที่ต่างกัน ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในอวัยวะใต้ดิน อวัยวะเหนือดิน และหน่อที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะออกดอก พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในอวัยวะเหนือดิน หน่อที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับไนโตรเจนต่างกัน เมื่อเข้าสู่ระยะที่ 4 (อายุ 135 วันหลังปลูก) ระดับไนโตรเจนที่ต่างกันทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในอวัยวะใต้ดิน หน่อที่ 1, 3 และ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดระยะการเจริญเติบโตการให้ไนโตรเจนที่ระดับต่างกันส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชต่างกันด้วย เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสในดิน ความเป็นกรด - ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า พบว่า ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในดินก่อนทำการทดลองมีค่า 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และตลอดระยะการเจริญเติบโตความเข้มข้นฟอสฟอรัสในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มการให้ระดับไนโตรเจนแก่พืช โดยปกติในดินทั่วๆไปมีฟอสฟอรัสอยู่ปริมาณน้อยและส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นการจัดการและควบคุมความเป็นประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสเป็นสิ่งที่สำคัญ ทำได้ด้วยการควบคุมปฏิกิริยาของดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งปกติระดับฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง pH 6 - 7 (ดุสิต, 2535) และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ตารางภาคผนวกที่ 51, 55 และ 56) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่มภาวะส่งเสริมซึ่งกันและกัน เนื่องจากมีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมีของเซลล์ในด้านของสารประกอบพลังงานสูง โดยเฉพาะเป็นองค์ประกอบของ ATP และโคเอนไซม์ (coenzyme) บางชนิด ได้แก่ NDP^+, $NADP^+$, FAD และโคเอนไซม์เอ (สมบุญ, 2538; ยงยุทธ, 2543) ซึ่งทำหน้าที่รับช่วงถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ เป็นธาตุที่สำคัญในการแบ่งเซลล์ กระตุ้นการเจริญเติบโตในระยะแรกของพืช เร่งการเข้าสู่การสมบูรณ์พันธุ์ (maturity) นอกจากนี้การตอบสนอง

ของพืชต่อฟอสฟอรัสสูงในระยะแรกของการเจริญเติบโต และเริ่มลดลงเมื่อพืชเข้าสู่ระยะชราภาพ (สมชาย, 2531) โดยระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องจากการรายงานของหทัย (2548) ศึกษาผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย พบว่า เมื่อมีค่าไนโตรเจนในสารละลายเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดอก หัว และรากเพิ่มขึ้น

3.3 ปริมาณโพแทสเซียม

จากการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุโพแทสเซียมในปทุมมา พบว่า หัวเริ่มต้นที่ใช้ปลูกมีโพแทสเซียม 27.46 มิลลิกรัมต่อต้น และ 171.91 มิลลิกรัมต่อต้นในตุ้มราก และเมื่อวิเคราะห์ผลของระดับไนโตรเจนต่อปริมาณของโพแทสเซียมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา พบว่าในระยะที่ 1 (อายุ 45 วันหลังปลูก) การให้ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณของโพแทสเซียมในส่วนต่างๆของปทุมมา เช่นเดียวกับระยะที่ 2 (อายุ 75 วันหลังปลูก) เป็นระยะที่มีการเจริญทางลำต้นและใบ พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณของโพแทสเซียม ยกเว้นในอวัยวะใต้ดินและอวัยวะเหนือดิน ซึ่งพบว่า เมื่อให้ระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลง ยกเว้นที่ระดับไนโตรเจน 75.0 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมของอวัยวะเหนือดินเพิ่มสูงขึ้น ส่วนในระยะที่ 3 ปทุมมากำลังมีการเจริญของดอก พบว่า การให้ระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในส่วนของพืชลดลงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับไนโตรเจน 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณโพแทสเซียมลดลงมากที่สุด อาจเป็นผลเนื่องจากในการทดลองครั้งนี้เสริมธาตุไนโตรเจนในรูปของยูเรีย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชในรูป NH_4^+ ซึ่งได้จากการไฮโดรไลส์ยูเรีย ทำให้การได้รับระดับไนโตรเจนที่สูงสุด 600.0 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ภายในเซลล์มี NH_4^+ มากเกินจนเกิดเป็นพิษต่อเซลล์พืช ซึ่งหากมีมากเกินระดับที่สมดุล จะก่อให้เกิดภาวะปฏิปักษ์ในการดูดแคตไอออนธาตุอื่น (ยงยุทธ, 2543) ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในหน่อต่างๆลดลง แต่อวัยวะเหนือดินยังคงพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโต ยกเว้นอวัยวะใต้ดิน และหน่อที่ 2 และ 5 ปริมาณโพแทสเซียมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากบทบาทของธาตุโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดี มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต การสร้างน้ำตาล และการเคลื่อนย้ายน้ำตาลในพืช เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของสารเอนไซม์ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยเพิ่มอัตราการลำเลียงสารอาหารจากการสังเคราะห์แสงจากแหล่งจ่าย (source) มายังบริเวณสะสม (sink) และควบคุมการทำงานของธาตุอื่นๆ เช่น ช่วยเร่งรากพืชให้ดูดซึมธาตุไนโตรเจนให้เร็วขึ้น (ดุสิต, 2535; นพดล, 2538; ยงยุทธ, 2543) นอกจากนั้นโพแทสเซียมที่มีอยู่ในเซลล์จะมีปฏิสัมพันธ์เสริมกัน (synergistic interaction) กับ GA_3ที่ช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์ มีผลต่อการยืดตัวของลำต้น และบริเวณที่กำลังขยายตัวของเนื้อเยื่อ นอกจากนั้นยังมี IAA และไซโตไคนิน ที่ช่วย

ปรับให้ผนังเซลล์มีความยืดหยุ่น ช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ (มุกดา, 2544; โสระยา, 2547; ยงยุทธ, 2546) จึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ในระยะหนึ่ง ต่อมาในระยะที่ 4 (อายุ 135 วันหลังปลูก) ระยะที่มีการสร้างหัวใหม่และตุ้มรากใหม่เกิดขึ้นแล้ว พบว่า ระดับไนโตรเจนที่สูงมีผลทำให้ปริมาณของโพแทสเซียมในอวัยวะใต้ดินลดลง เกี่ยวข้องกับการสร้างหัวใหม่และตุ้มรากใหม่ ทำหน้าที่เป็นบริเวณสะสม (sink) ทั้งธาตุอาหารและอาหารสะสมพวกแป้งและน้ำตาล เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากอาหารสะสมมีมากในอวัยวะใต้ดิน ทำให้โพแทสเซียมซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับสมดุลของประจุระหว่างเซลล์มีปริมาณลดลง เพื่อปรับให้เกิดสมดุลขึ้น (ยงยุทธ, 2543) จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในดิน โดยทั่วไปมักจะมีปริมาณพอเพียงแก่ความต้องการของพืช ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มาก เมื่อ pH อยู่ระหว่าง 5.5 - 8.5 (ดุสิต, 2535) พบว่าความเข้มข้นโพแทสเซียมอยู่ในช่วงที่เป็นประโยชน์ เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ โดยความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในดินก่อนทำการทดลองมีค่า 0.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และตลอดระยะการเจริญเติบโต ความเข้มข้นโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนจากภายนอก (ตารางภาคผนวกที่ 52, 55 และ 56)

3.4 ปริมาณแคลเซียม

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแคลเซียมในปทุมมา พบว่า หัวเริ่มต้นที่ใช้ปลูกมีแคลเซียม 7.02 มิลลิกรัมต่อต้น และ 8.32 มิลลิกรัมต่อต้นในตุ้มราก และเมื่อวิเคราะห์ผลของระดับไนโตรเจนต่อปริมาณแคลเซียมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา พบว่า ทุกระดับของไนโตรเจนทำให้ปริมาณแคลเซียมในอวัยวะเหนือดินไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะการเจริญเติบโต เนื่องจากเมื่อแคลเซียมถูกลำเลียงไปสะสมไว้ในส่วนใบ ดอก แล้วมักไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่นอีก (สมบุญ, 2538) ประกอบกับการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุแคลเซียมในดิน พบว่า แคลเซียมเป็นธาตุที่พบปริมาณมากในดิน แม้ว่าพืชมีความต้องการในปริมาณค่อนข้างสูง แต่พืชส่วนใหญ่จะไม่แสดงอาการขาดธาตุนี้ ยกเว้นดินที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสม เช่น ดินกรด (มงคล, 2550) ซึ่งทั่วไปแคลเซียมในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มาก เมื่อ pH อยู่ระหว่าง 5.5 - 8.5 (ดุสิต, 2535) พบว่าระดับ pH ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เป็นประโยชน์ เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ โดยความเข้มข้นธาตุแคลเซียมในดินก่อนทำการทดลองมีค่า 0.97 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และตลอดระยะการเจริญเติบโตความเข้มข้นแคลเซียมในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงระยะที่เจริญทางลำต้นและใบ (ระยะที่ 1 - 2) และหลังจากช่วงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) แคลเซียมในดินกลับลดลง เมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนจากภายนอก (ตารางภาคผนวกที่ 53, 55 และ 56) และระดับไนโตรเจนมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในอวัยวะใต้ดิน

และหน่อที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตลอดระยะการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากในระยะแรกๆของการเจริญเติบโต พืชต้องการแคลเซียมในปริมาณมากเพื่อให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อ และต้นพืชแข็งแรง เนื่องจากแคลเซียมเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึม การสร้างนิวเคลียส และไมโทคอนเดรีย ตลอดจนแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ (สมบุญ, 2538; ยงยุทธ, 2543)

3.5 ปริมาณแมกนีเซียม

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแมกนีเซียมในปทุมมา พบว่า หัวเริ่มต้นที่ใช้ปลูกมีแมกนีเซียม 10.17 มิลลิกรัมต่อต้น และ 10.50 มิลลิกรัมต่อต้นในตุ้มราก ประกอบกับการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุแมกนีเซียมในดินซึ่งทั่วไปจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มาก เมื่อ pH อยู่ระหว่าง 5.5 - 8.5 (ดุสิต, 2535) พบว่า ระดับ pH ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เป็นประโยชน์ เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ พบว่า ความเข้มข้นธาตุแมกนีเซียมในดินก่อนทำการทดลองมีค่า 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และตลอดระยะการเจริญเติบโต ความเข้มข้นแมกนีเซียมในดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนจากภายนอก (ตารางภาคผนวกที่ 54, 55 และ 56) และเมื่อวิเคราะห์ผลของระดับไนโตรเจนต่อปริมาณแมกนีเซียมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของปทุมมา พบว่า การให้ระดับไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณของแมกนีเซียมในส่วนอวัยวะเหนือดิน อวัยวะใต้ดิน และหน่อที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของปทุมมาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการที่ไนโตรเจนและแมกนีเซียมเป็นธาตุที่สำคัญในกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์ ซึ่งแมกนีเซียมเป็นอะตอมแกนกลางของโมเลกุลของคลอโรฟิลล์และยังเป็นตัวเชื่อมระหว่างไรโบโซมในกระบวนการสร้างโปรตีน เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคาร์โบไฮเดรตเมแทบอลิซึม ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการหายใจของเซลล์ (นพดล, 2538; โสระยา, 2544)