บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของต้นลิ้นจี่

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของต้นลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ ในรูปของไนเตรทแอมโมเนียม และให้ไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียม (ก่อนฤดูกาลออกดอกในฤดูปกติ 1 เดือน) ที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน ไม่พบว่ามีผลทำให้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เมื่อเปรียบเทียบกันด้วยอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละในแต่ละเดือน และต้นลิ้นจี่ทั้งหมดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างสม่ำเสมอแม้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่มากนัก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของรูปของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรท ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ สังเกตได้จากต้นที่ได้รับไนเตรท และแอมโมเนียมมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน และไม่พบอัตราการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างแตกต่างในต้นที่ได้ปรับเปลี่ยนให้แอมโมเนียม หลังจากให้ไนเตรท (ประมาณ 1 เดือนก่อนฤดูกาลออกดอกในฤดูปกติ)

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและของยอดและใบใหม่

ลิ้นจี่ในการทดลองมีการผลิยอดถึง 4 ครั้งซึ่งปกติลิ้นจี่จะมีการผลิยอด 3 ครั้ง ในการผลิยอดถึงใบเจริญเติบโตเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 60 วัน แล้วพักตัวระยะหนึ่งจึงผลิตาดอกในช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของลิ้นจี่ การทดลองนี้มีการแตกยอดไม่สม่ำเสมอระหว่างต้นและทยอยแตกยอดถึง 4 ครั้ง ช่อใบที่ผลิครั้งแรกมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับ ครั้งที่ 2, 3 และ 4 ช่อใบที่ผลิครั้งที่ 2 และ 3 มีขนาดไม่แตกต่างกัน แต่ช่อใบที่ผลิครั้งที่ 4 มีขนาดความยาวยอดมากกว่าการผลิยอดครั้งอื่นๆ และยังพบว่ารูปของไนโตรเจนที่ต้นลิ้นจี่ได้รับนั้นไม่มีผลทำให้ขนาดของยอดแตกต่างกัน ยกเว้นในช่วงเดือน ธันวาคม 2540 – มกราคม 2541 ต้นที่ได้รับไนโตรเจนในรูปไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียมมีขนาดของยอดมากกว่ารูปอื่น เห็นได้ว่าโดยรวมขนาดของยอดที่ผลิในครั้งที่ 4 มีขนาดใหญ่กว่าการผลิยอดครั้งอื่นๆ อาจเป็นเพราะปกติในการผลิยอดครั้งที่ 4 นั้นจะเป็นช่วงที่ลิ้นจี่ออกดอก

ซึ่งพืชจะสะสมพลังงานเพื่อการออกดอกมากกว่าช่วงอื่น จึงส่งผลทำให้ขนาดของช่อใบใหญ่กว่า และช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคม ซึ่งเป็นฤดูกาลที่ฟ้าโปร่ง ดังนั้นพืชจึงได้รับแสงเต็มที่ทำให้พืชมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น และเมื่อพิจารณาจำนวนวันในการเปลี่ยนสีใบ ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อได้รับไนโตรเจนในรูปที่ต่างกัน แต่พบว่าการผลิยอดในช่วงเดือน ตุลาคม – พฤศจิกายน และ ช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคม พืชใช้จำนวนวันในการเปลี่ยนสีใบมากขึ้น และช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงวันสั้นและมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำลง (ตารางภาคผนวกที่ 5-7) ซึ่งให้ผลในทางเดียวกับชิติและตระกูล (2538) ที่รายงานว่าที่อุณหภูมิรากปกติ 26.2 องศาเซลเซียส ใช้จำนวนวันในการเปลี่ยนสีใบน้อยกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิราก 20 และ 15 องศาเซลเซียสตามลำดับ และช่วงเดือน พฤศจิกายน – มกราคม 2538, 2539 ใช้จำนวนวันในการเปลี่ยนสีใบมากกว่าในช่วงเดือน สิงหาคม - ตุลาคม 2537 และ กุมภาพันธ์ - กรกฎาคม 2538

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อการออกดอกติดผลของลิ้นจี่

ไม่พบว่าลิ้นจี่มีการออกดอก ทั้งนี้เนื่องจากได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากสภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวน ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ 'เอลนิโญ' (เดือน มีนาคม 2540-2541) ที่รุนแรงที่สุดในรอบ 100 ปี ความรุนแรงใกล้เคียงกับที่เกิดในช่วงปี พ.ศ. 2525-2526 และยังคงมีอิทธิพลอยู่ในระบบอากาศอีกจนกระทั่งประมาณเดือนกันยายน 2541 (Patzert, 1998) ทำให้อุณหภูมิช่วงก่อนการออกดอกและระหว่างช่วงที่ลิ้นจี่ออกดอกปกติ มีความแปรปรวนในเรื่องของระดับอุณหภูมิสูงมาก แม้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงที่มีผลต่อการออกดอกจะอยู่ในช่วง 20-28 องศาเซลเซียส แต่ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวัน – กลางคืนสูงมาก และมีช่วงอากาศหนาวไม่ต่อเนื่อง (ตารางภาคผนวกที่ 5-8) ดังรายงานของ Menzel and Simpson (1995) ที่ทดสอบอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ต่อการเจริญเติบโตและออกดอก พบว่าที่อุณหภูมิ 25/20 และ 30/20 องศาเซลเซียสไม่มีการออกดอก ที่อุณหภูมิ 25/10 และ 25/15 องศาเซลเซียส มีการออกดอกรวมกับต้นที่ไม่ออกดอก และที่อุณหภูมิ 15/5 20/5 20/10 และ 20/15 องศาเซลเซียส มีการออกดอกทั้งหมด และที่อุณหภูมิสูงกว่ามีผลต่อชนิดของช่อดอกด้วย โดยมีช่อดอกที่มีใบมากในต้นที่ได้รับอุณหภูมิ 25/10 องศาเซลเซียส มากกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า และพบว่าในต้นลิ้นจี่ที่ได้รับสภาพชักนำการออกดอกโดยไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 15 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ก่อนย้ายไว้ที่อุณหภูมิสูง ให้ผลดีที่สุดที่ 6 สัปดาห์ และต้นที่ได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมงต่อวัน เป็นต้นที่มีการออกดอกมากที่สุด และพบว่าช่วงวิกฤตที่ได้รับอุณหภูมิสูง

กว่า 20 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดผลเสียหายต่อการออกดอกคือ 8 ชั่วโมงต่อรอบ 24 ชั่วโมง ในทำนองเดียวกับรายงานของชิติ และตระกูล (2538) ที่ทดลองกับต้นลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิที่ได้รับอุณหภูมิราก 15 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่ามีการผลิช่อดอกมากกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิรากปกติ (26.2 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิราก 20 องศาเซลเซียส ให้ผลการผลิช่อดอกแบบช่อดอกล้วนสูงสุด 56.75 ช่อเฉลี่ยต่อต้น

แต่พบว่ามีดอกลิ้นจี่เกิดขึ้นในช่อใบที่ผลิใหม่ประปราย และพบในช่อใบที่เกิดจากกิ่งใหญ่ภายในทรงพุ่ม ซึ่งเป็นการออกดอกที่ผิดปกตินิสัยของต้นลิ้นจี่ที่มีอุปนิสัยการออกดอกที่ปลายยอดภายนอกทรงพุ่ม แต่พบว่ามีอยู่เพียง 1 ต้นที่ออกดอกในลักษณะนี้ ในต้นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ได้รับไนโตรเจนรูปแอมโมเนียมเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์หลังเริ่มการทดลอง (ช่วงเดือนกรกฎาคม 2540) ที่ลิ้นจี่ออกดอกในลักษณะอาจเกิดจาก ผลของแอมโมเนียมที่ให้กับพืชไปมีผลกับกระบวนการทางสรีรวิทยาในการเมตาโบลิซึมของไนโตรเจนภายในต้นพืช หรืออาจเกิดจากตาดอกที่ไม่ผลิในช่วงฤดูกาลออกดอกปกติก็เป็นได้ เพราะช่อใบที่มีดอกออกปนมานี้เป็นดอกที่เกิดขึ้นบนช่อใบที่อยู่ภายในทรงพุ่ม ซึ่งไม่ใช่ตาดอกปกติของลิ้นจี่ที่มีอุปนิสัยออกดอกที่ปลายยอดรอบนอกของทรงพุ่ม และอาจเป็นผลจากการกระตุ้นของแอมโมเนียม อย่างไรก็ดีมีเพียงต้นเดียวที่เกิดลักษณะเช่นนี้ในขณะที่มีต้นที่ได้รับ แอมโมเนียมเหมือนกันถึง 6 ต้น จึงยังไม่อาจสรุปได้แน่ชัดว่าเป็นผลจากแอมโมเนียมหรือไม่

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อการสะสมธาตุอาหารและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบลิ้นจี่ในทุกช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่างใบมาวิเคราะห์นั้น พบว่ารูปที่แตกต่างกันของไนโตรเจนที่ลิ้นจี่ได้รับไม่ทำให้ปริมาณการสะสมธาตุอาหารในใบลิ้นจี่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นในช่วงเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม 2540 มีการสะสมฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมในใบที่แตกต่างกัน และในต้นที่ได้รับไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมและไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียม มีการสะสมฟอสฟอรัสมากกว่าต้นที่ได้รับไนเตรท ซึ่งช่วงเดือนนี้เป็นช่วงเดือนที่ได้รับการปรับเปลี่ยนรูปของไนเตรทเป็นแอมโมเนียมในต้นที่ได้รับไนโตรเจนแบบไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียม ซึ่งเป็นไปได้ว่าแอมโมเนียมมีผลทำให้พืชดูดซึมฟอสฟอรัสได้ดีกว่าไนเตรท และเมื่อพิจารณาระดับการสะสมฟอสฟอรัสในเดือนอื่นๆ พบว่ามีแนวโน้มของการสะสมฟอสฟอรัสในระดับที่สูงกว่าต้นที่ได้รับไนเตรทแต่ไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ (α=0.05, ตารางที่ 8) ซึ่งให้ผลในทางเดียวกับ Haynes (1986) ซึ่งกล่าวไว้ว่า แอมโมเนียม (NH_4^+) มีผลในการยับยั้งการดูดซึมประจุ K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} ในขณะที่

สนับสนุนการดูดซึม ฟอสเฟต และซัลเฟต เนื่องจาก NH_4^+ จะมีผลในการเพิ่มสัดส่วนของ $H_2PO_4^-$: $H_2PO_4^{2-}$ และ $H_2PO_4^-$ จะถูกดูดซึมได้เร็วกว่า $H_2PO_4^{2-}$ ในขณะที่ช่วงเดียวกันพบการสะสมปริมาณแมกนีเซียมที่แตกต่างกันคือ ต้นที่ได้รับไนเตรทและต้นที่ได้รับไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียมมีการสะสมของปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่าต้นที่ได้รับแอมโมเนียม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในช่วงเดือนอื่นๆ ก็พบว่าต้นที่ได้รับแอมโมเนียมมีปริมาณการสะสมแมกนีเซียมต่ำกว่าต้นที่ได้รับไนเตรทและต้นที่ได้รับไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียม ในช่วงที่ได้รับไนเตรทแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\propto$=0.05, ตารางที่ 11) ส่วนระดับการสะสมโปแตสเซียมและแคลเซียมก็มีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันกับการสะสมแมกนีเซียมกล่าวคือในต้นที่ได้รับแอมโมเนียมจะมีการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในปริมาณที่น้อยกว่าต้นที่ได้รับไนเตรท แม้ว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณการสะสมไนโตรเจนรวมไม่แตกต่างกันเมื่อได้รับไนโตรเจนในรูปที่ต่างกัน มีปริมาณการสะสมอยู่ในช่วง 1.437 - 1.760 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ซึ่งอยู่ในระดับที่ปกติในพืชทั่วไป (นพดล, 2538) และในช่วงเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม 2540 มีการสะสมไนโตรเจนในใบสูงขึ้นที่ระดับ 1.683 – 1.760 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ในขณะที่ช่วงเดือนนี้มีระดับอุณหภูมิเฉลี่ย (23.3 - 24.7 องศาเซลเซียส) ต่ำกว่าในช่วงเดือนอื่นๆ ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับ ชิติและตระกูล (2538) และพาวิน (2535) ที่รายงานไว้ว่าที่อุณหภูมิรากต่ำจะมีผลทำให้ ลิ้นจี่และมะม่วง มีการสะสมไนโตรเจนในใบต่ำกว่าที่ระดับอุณหภูมิรากที่สูงกว่า

การวิเคราะห์ปริมาณการสะสมธาตุอาหารในใบลิ้นจี่พบว่ามีระดับของธาตุอาหารสูงกว่าระดับมาตรฐานของลิ้นจี่ที่เสนอโดย Menzel and Simpson (1986) ระดับที่เหมาะสมของธาตุอาหารในใบลิ้นจี่ได้แก่ ไนโตรเจน 1.3 - 1.4 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.08 - 0.2 เปอร์เซ็นต์ โปแตสเซียม 0.8 - 1.2 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.5 - 2.5 เปอร์เซ็นต์และแมกนีเซียม 0.4 - 0.7 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นระดับการสะสมแคลเซียม และแมกนีเซียมในช่วงเดือน กันยายน – ธันวาคม 2540 พบว่ามีระดับต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณ คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ในแต่ละช่วงเดือนที่มีการผลิยอดไม่พบความแตกต่างกันในต้นที่ได้รับไนโตรเจนในรูปที่แตกต่างกัน

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อระดับสารคล้ายไซโตไคนินในยอดและราก

การวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในยอดและรากของต้นลิ้นจี่ที่ได้รับไนโตรเจนในรูปที่แตกต่างกันนั้น พบว่าในยอดของต้นลิ้นจี่ที่ได้รับแอมโมเนียมมีปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินที่ทำให้ hypocotyl ที่ใช้ทดสอบมีน้ำหนักสดแตกต่างจากต้นที่ได้รับไนโตรเจนในรูปไนเตรท และไนเตรทตามด้วยแอมโมเนียม ในขณะที่ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในรากไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 13) เนื่องจากแอมโมเนียมสามารถจับกับสารประกอบอินทรีย์ในรากได้ทันทีและเคลื่อนย้ายสู่ปลายยอด ต่างจากไนเตรทซึ่งต้องถูกรีดิวซ์เป็นแอมโมเนียมก่อนจึงสามารถจับกับสารประกอบอินทรีย์ หรือถูกเคลื่อนย้ายไปเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมที่ใบ กลายเป็นกรดอะมิโนเพื่อการสังเคราะห์สารประกอบโปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้นต่อไป (Haynes, 1986)

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อสัดส่วนน้ำหนักแห้ง

การสะสมน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้นรวมกับกิ่ง และราก พบว่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของลิ้นจี่ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 14) ระหว่างต้นที่ได้รับไนโตรเจนในรูปต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากต้นลิ้นจี่ที่ได้รับไนโตรเจนในรูปที่ต่างกันนั้นมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน รวมถึงอัตราของไนเตรท และแอมโมเนียมที่พืชได้รับนั้นไม่ได้มีความเข้มข้นมากพอที่จะทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของพืชแตกต่างกัน ซึ่งไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญและเป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และเมื่อพืชที่ได้รับแอมโมเนียมในระดับที่มากเกินไปจะมีผลเสียต่อระบบรากของพืช (Menzel *et al.*, 1991) และยังอาจเป็นผลจากความจำกัดของพื้นที่ในการเจริญเติบโตของพืชเองด้วยเพราะเมื่อใกล้ๆ จะสิ้นสุดการทดลองนั้นต้นลิ้นจี่ที่ปลูกเบียดกันมาก และในกระถางปลูกก็พบว่าระบบรากแน่นกระถางปลูกมากเช่นกัน

ผลของรูปของไนโตรเจนต่อปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน

ปริมาณการใช้น้ำของลิ้นจี่ได้จากการสังเกตและผลการทดลองในตารางที่ 15 ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวันของต้นลิ้นจี่ไม่แตกต่างกันระหว่างรูปของไนโตรเจนที่แตกต่างกันที่ต้นลิ้นจี่ได้รับ แต่อิทธิพลของสภาพอากาศในแต่ละช่วงเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแตกต่างกันกลับไม่สัมพันธ์กับ

การใช้น้ำของลิ้นจี่ (ตารางภาคผนวกที่ 1-8) พบว่าในช่วงเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงกลับมีการใช้น้ำมากกว่าในบางเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ อาจเป็นเพราะช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำนั้นเป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศต่ำด้วยพืชจึงมีการคายน้ำน้อย และยังพบว่าการใช้น้ำของลิ้นจี่ที่ได้รับไนโตรเจนในรูปที่ต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15) แต่ก็พบว่าในต้นที่ได้รับแอมโมเนียมมีแนวโน้มที่ใช้น้ำน้อยกว่าต้นที่ได้รับไนเตรท

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University