บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการเจริญเติบโตของพืช อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากอุณหภูมิไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ และทางเคมีของต้นพืช

อุณหภูมิดินเป็นอุณหภูมิที่ส่งผลกับรากพืช และรากพืชเป็นอวัยวะที่สำคัญของต้นพืช เมื่ออุณหภูมิดินเหมาะสมรากก็เจริญเติบโตและมีกระบวนการทำงานที่ครบสมบูรณ์ และเป็นไปด้วยดี ซึ่งส่งผลต่อต้นพืชทั้งต้น เนื่องจากรากเป็นอวัยวะที่หาน้ำและอาหารให้กับต้นพืช และยังเป็นแหล่งสร้างฮอร์โมนที่สำคัญอีกด้วย ถ้ารากมีสภาพที่ทำให้ทำหน้าที่ไม่ได้ครบสมบูรณ์ ต้นพืชจะขาดน้ำและอาหารทำให้เจริญเติบโตต่อไปไม่ได้

ฟรีเซียซึ่งเป็นไม้ดอกเมืองหนาวที่นำเข้ามาทดลองปลูกในสภาพประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อนจึงจำเป็นต้องปลูกพืชชนิดนี้ในพื้นที่สูงซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่ราบ เพื่อผลของอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ช่วยให้ฟรีเซียเจริญเติบโตได้ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการเจริญเติบโตในสภาพถิ่นกำเนิด และเนื่องจากเป็นพืชใหม่สำหรับประเทศไทยการศึกษาเกี่ยวกับพืชชนิดนี้ยังมีน้อย จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การสร้างดอก และการผลิตหัวพันธุ์ จากการตรวจเอกสารพบว่าอุณหภูมิดินเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อฟรีเซีย Imanishi (1993) รายงานว่าหากต้องการปลูกฟรีเซียให้ออกดอกเร็วขึ้นต้องรักษาอุณหภูมิดินไว้ที่ระดับประมาณ 13 °ซ นาน 7 สัปดาห์

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิดินต่อการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาล แป้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของฟรีเซียให้ผลการทดลองที่น่าสนใจหลายประการ

การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิดินต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และผลผลิต

1.1 วงจรชีวิตและการเจริญเติบโต

ในต่างประเทศ เช่นแอฟริกาใต้ เริ่มปลูกฟรีเซียในช่วงฤดูใบไม้ร่วง และออกดอกในฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 8 – 10 °ซ (Imanishi, 1993) ส่วนในญี่ปุ่น พบว่าหัวย่อยของฟรีเซียที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายนนั้นเริ่มมีการสร้างตาดอกอย่างรวดเร็วช่วงปลายพฤศจิกายน

ในประเทศไทยเมื่อปลูกฟรีเซียในช่วงประมาณตุลาคม พบว่าฟรีเซียเริ่มมีการสร้างตาดอกประมาณ 10 สัปดาห์หลังปลูก หรือราวเดือนธันวาคม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ruamrungsri *et al.* (1999 a) ในขณะที่ฟรีเซียกำลังสร้างและพัฒนาตาดอกอยู่นั้นอุณหภูมิอากาศบริเวณโดยรอบเฉลี่ยประมาณ 20 °ซ (ภาคผนวกที่ 19 และ 20) และอุณหภูมิดินประมาณ 18 °ซ (ภาคผนวกที่ 19 และ 20) เห็นได้ว่าฟรีเซียสามารถสร้างและพัฒนาตาดอกได้อย่างสมบูรณ์แม้ว่าอุณหภูมิสูงกว่าในต่างประเทศตามรายงานข้างต้น อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการปลูกฟรีเซียบนพื้นที่ราบในจังหวัดเชียงใหม่ไม่สามารถให้ดอกได้ (หทัยรัตน์, 2542) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพอุณหภูมิที่สูงเกินไป หลังออกดอกแล้วฟรีเซียเข้าสู่ระยะพักตัวเมื่ออายุประมาณ 30 สัปดาห์หลังปลูก หรือ 7 สัปดาห์หลังออกดอก ซึ่งใกล้เคียงกับการเจริญของฟรีเซียในต่างประเทศซึ่งเข้าสู่ระยะพักตัวประมาณ 6 สัปดาห์หลังการออกดอก (Imanishi, 1993)

1.2 การพัฒนาของหัวย่อย

การพัฒนาของหัวย่อยเกิดขึ้นหลังจากที่หัวใหม่ที่เจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่ง ตาที่ข้อของหัวใหม่เกิดการเปลี่ยนแปลงขยายขนาดออกเริ่มการสะสมอาหาร หัวย่อยของฟรีเซียมีเนื้อเยื่อติดอยู่กับเนื้อเยื่อของหัวใหม่โดยมีท่อลำเลียงเชื่อมติดกัน หัวย่อยมีอยู่สลับกันไปตามข้อของหัวใหม่ ข้อละ 1 หัว โดยไม่มีจำนวนหัวย่อยที่มากกว่า 1 หัวต่อข้อของหัวใหม่ แตกต่างจากหัวของแกลดิโอลัสที่มีหัวเป็นแบบ corm เช่นเดียวกับฟรีเซีย แต่หัวย่อยของแกลดิโอลัสเกิดจากการแปรรูปของโครงสร้าง 2 ส่วนของหัวใหม่ คือแปรรูปจากตาข้างของปล้องที่อยู่บริเวณฐานของหัวใหม่ซึ่งเป็นปล้องที่มีใบแบบกาบใบ หรือแปรรูปจากส่วนปลายของ stolon ที่งอกออกมาจากบริเวณโคนของตาข้าง และ stolon สามารถแตกแขนง และเกิดหัวย่อยที่ปลาย stolon แขนงเหล่านั้นได้ หัวย่อยที่เกิดขึ้นมีการเจริญเติบโต ขยายขนาด และเมื่อแก่เต็มที่เข้าสู่ระยะพักตัวไปพร้อมๆ กับหัวใหม่ในช่วงปลายของวงจรการเจริญเติบโต (บดินทร์, 2544)

1.3 ผลของอุณหภูมิดินต่อการพัฒนาตาดอกของฟรีเซีย

ฟรีเซียเป็นพืชที่สร้างใบขึ้นมาก่อน เมื่อจุดเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นใบ และเมื่อใบมีจำนวนต่อต้นที่คงที่แล้วจุดเจริญของยอดนั้นจึงเปลี่ยนการเจริญเติบโตทางต้นเป็นการเจริญเติบโตของดอก และเป็นจุดกำเนิดช่อดอกโดยกระบวนการพัฒนาดอกสรุปและเทียบกับขั้นตอนที่ศึกษาโดย Hartsema และ Mansour ที่รายงานไว้โดย Imanishi (1993) ได้ดังนี้

ระยะที่ I (vegetative)	ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 9 เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดเปลี่ยนแปลงไปเป็นจุดกำเนิดใบ และเจริญสลับไปข้างละใบ มีฐานใบคลุมเนื้อเยื่อเจริญไว้
ระยะที่ II (generative)	เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 10 เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดไม่เจริญในทางยาวแต่ขยายออกทางด้านข้างมีลักษณะเป็นรูปกรวย หรือโคน
ระยะ Pr to Br	ส่วนตรงข้าม leaf primordia ขั้นสุดท้ายเริ่มมีการสร้าง bract primordia ขึ้น และเริ่มมีการเกิดของตาข้าง ในสัปดาห์ที่ 11
ระยะ Bo	เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 12 มีการสร้าง bract ชั้นในเนื้อเยื่อที่ตาข้างเริ่มขยายขนาด ในขณะที่เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดเจริญเติบโตเป็นรูปกรวย
ระยะ A	เมื่อผ่านสัปดาห์ที่ 12 ไปแล้ว เริ่มปรากฏจุดกำเนิดเกสรตัวผู้ให้เห็น
ระยะ P1	กลีบดอกชั้นนอกถูกสร้างขึ้นและอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกับเกสรตัวผู้
ระยะ P2	จุดกำเนิดกลีบดอกชั้นใน 3 จุดพัฒนาอยู่สลับกับเกสรตัวผู้
ระยะ G	การสร้างตาดอกเสร็จสมบูรณ์โดยวงเกสรตัวเมียถูกสร้างขึ้นเมื่อ 14 สัปดาห์ผ่านไป

จากการเปรียบเทียบในแปลงควบคุมกับแปลงที่มีการลดอุณหภูมิโดยการวางท่อน้ำเย็น พบว่าแปลงมีท่อน้ำเย็นสามารถสร้างตาดอกได้เร็วกว่าแปลงควบคุมประมาณ 2 สัปดาห์ โดยที่อุณหภูมิดินของแปลงทั้งสองแตกต่างกันประมาณ 3 °ซ สอดคล้องกับรายงานของ Motozu

and Takatsu (1997) พบว่าดอกของต้นที่ปลูกในอุณหภูมิสูงกว่าคือ 15 °ซ พัฒนาช้ากว่าต้นที่ปลูกที่ 10 °ซ และยังพบว่าขนาดของ bract และจำนวนดอกย่อยลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในขณะที่การศึกษาของ Kawa and De Hertogh (1992) ที่ปลูกฟรีเซียที่อุณหภูมิ 9 °ซ พบว่าเมื่ออายุได้ 4 สัปดาห์ที่จุดเจริญปลายยอดเริ่มพัฒนาเป็นตาดอก เมื่อสัปดาห์ที่ 6 ผ่านไป bract ชั้นที่ 1 และ 2 ถูกสร้างขึ้นและตายอดด้านข้างเริ่มพัฒนาตัวเองเช่นกัน เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 7 จุดกำเนิดดอกเกิดขึ้น มีกลีบเลี้ยงชั้นต่างๆ และตาข้างถูกสร้างขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าที่อุณหภูมิในช่วง 9 – 15 °ซ ดอกฟรีเซียเริ่มเกิดเมื่อประมาณ 5 สัปดาห์หลังปลูก การเริ่มเกิดดอกล่าช้าออกไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ที่อุณหภูมิสูงบริเวณส่วนปลายยอด (apex) เกิดเป็นใบมาก ในที่อุณหภูมิต่ำมีใบประมาณ 10 – 12 ใบ ที่อุณหภูมิสูงมีใบประมาณ 15 – 20 ใบ จึงเริ่มเกิดตาดอก (Berghoef *et al.*, 1986) หลังจากสร้างตาดอกเสร็จสมบูรณ์แล้วมีการยืดตัวของก้านช่อดอก ซึ่งช่วงเวลานี้ต้องการอุณหภูมิที่สูงขึ้น และ ช่อดอกข้างเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิดินสูงขึ้น โดยสรุปแล้วการสร้างตาดอกและการพัฒนาที่สมบูรณ์จะต้องได้รับอุณหภูมิดิน 13 °ซ นานประมาณ 7 สัปดาห์หลังปลูก

1.4 ผลของอุณหภูมิดินต่อความสูงของต้นและจำนวนใบ

ความสูงและจำนวนใบของฟรีเซียพันธุ์ 'Diva' ที่ปลูกไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2) ซึ่งต่างจากในพืชหลายชนิดที่อุณหภูมิดินมีผลต่อความสูงและจำนวนใบ เช่น Cooper (1973) รายงานไว้ว่าอุณหภูมิรากมีความสำคัญอย่างมากต่อความสูงของพืช พืชที่มีรายงานไว้ เช่น ฝ้าย ยาสูบ และมะเขือเทศ การเจริญเติบโตทางด้านความสูง และการสร้างใบตอบสนองต่ออุณหภูมิราก ใบถูกสร้างเร็วมากเมื่ออุณหภูมิรากเหมาะสม โดยอธิบายได้ว่าอาจเป็นเพราะอุณหภูมิดินมีผลต่อการเคลื่อนย้ายของไซโตไคนิน (cytokinin) เมื่ออุณหภูมิดินสูงส่งผลให้อุณหภูมิของรากสูง เมื่ออุณหภูมิรากสูง การเคลื่อนย้ายของไซโตไคนินขึ้นสู่ส่วนบนเกิดได้มากกว่าที่อุณหภูมิรากต่ำ (Skene and Kerridge, 1976) ซึ่งไซโตไคนินเป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ โดยพบว่าในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อถ้าปริมาณไซโตไคนินมากกว่าออกซิน (auxin) ทำให้เนื้อเยื่อเจริญไปเป็นตาใบ และลำต้น (ดนัย, 2539) ในที่นี้ในสภาพอุณหภูมิดินสูงไซโตไคนินสามารถเคลื่อนย้ายสู่ปลายยอดได้มากขึ้นไปกระตุ้นให้เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดสร้างใบมากขึ้น ทำให้จำนวนใบมีมาก และเมื่อการเจริญเติบโตเกิดขึ้นได้ดี ใบที่ขยายตัวจึงยืดยาวมากขึ้น ทำให้ต้นมีความสูงเพิ่มขึ้น แต่สำหรับการทดลองนี้ความสูงและจำนวนใบที่ได้รับอุณหภูมิดินต่างกันให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติอาจเนื่องจากการตอบสนอง

ที่แตกต่างกันของชนิดและพันธุ์พืชที่ต่างกัน ฟรีเซียบางสายพันธุ์ตอบสนองต่ออุณหภูมิดินต่ำ ในขณะที่บางสายพันธุ์ไม่ตอบสนอง

1.5 ผลของอุณหภูมิดินต่อคุณภาพดอกและการออกดอก

จากการศึกษาพบว่าคุณภาพของดอกและการออกดอกตอบสนองต่ออุณหภูมิดิน โดยที่อุณหภูมิดินต่ำ (แปลงมีท่อน้ำเย็น) การออกดอกเกิดได้เร็วกว่า และปริมาณดอกมีมากกว่าแปลงควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Ruamrungsri *et al.* (1999 a) ที่ศึกษาในฟรีเซียพันธุ์ Diva และงานของ Van de Wiel (1984) ซึ่งพบว่าการให้ความเย็นแก่ดินทำให้การเก็บเกี่ยวเกิดได้เร็วขึ้นประมาณ 2 เดือน และช่วงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวได้สามารถยืดยาวออกไปอีก จำนวนช่อดอกรวมก็มีมากกว่ามีผลให้จำนวนช่อดอกต่อต้นมีปริมาณมากกว่าแปลงที่มีอุณหภูมิดินสูงกว่า (แปลงควบคุม)

จำนวนวันหลังปลูกถึงวันแทงช่อดอกและวันที่ดอกแรกบานของฟรีเซียในแปลงที่มีท่อน้ำเย็นน้อยกว่าแปลงควบคุม แต่ในค่าของความยาวก้านช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อหลักมีค่าที่ใกล้เคียงกัน Imanishi (1993) พบว่าความยาวของก้านช่อดอกที่วัดจากฐานโคนใบเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศสูง แต่ที่อุณหภูมิดินสูงทำให้จำนวนช่อดอกลดลง ในพืชอื่นเช่น *Alstoemeria* สายพันธุ์ Ragina อุณหภูมิดินมีผลต่อการออกดอกโดยดอกออกเร็วที่อุณหภูมิดิน 10 °ซ เมื่อเทียบกับอุณหภูมิดิน 15 °ซ (Healy and Wikins, 1979) การให้ความเย็นต่อ *Alstoemeria* พบว่ามียอดที่เจริญเติบโตเป็นใบน้อย และเปอร์เซ็นต์ยอดที่ออกดอกก็มีมาก (Lin, 1985) *Alstoemeria* สายพันธุ์ Flamengo ที่ได้รับอุณหภูมิดินต่ำ และมีการคลุมดินทำให้ผลผลิตดอกเพิ่มขึ้น 30% แต่ต้นเตี้ยลง (Van de Wiel, 1992) *Alstoemeria* สายพันธุ์ Red Sunset ที่ได้รับอุณหภูมิดินที่คงที่ 16 °ซ พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้น 150% (Blom and Piott, 1990)

ในแต่ละพืชมีระดับอุณหภูมิดินที่เหมาะสมต่อคุณภาพดอก และการออกดอกไม่เท่ากัน Imanishi (1993) รายงานว่าคุณภาพดอกได้รับผลจากทั้งอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิดิน อุณหภูมิดินที่ต่ำมีผลต่อการเริ่มเกิดดอก และการพัฒนาของดอก โดยทำให้เกิดดอกเร็วขึ้น เมื่อดอกเกิดเร็ว และมีการพัฒนาตัวที่เร็ว การบานของดอกก็เกิดเร็วตามไปด้วย แต่ถ้า อุณหภูมิดินและอุณหภูมิอากาศสูงการเคลื่อนย้ายไซโตไคนินไปที่ใบมากขึ้นทำให้การสร้างใบเกิดดีขึ้น Berghoef and Zevenbergen (1990) รายงานว่าอุณหภูมิดินต่ำทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยลดลงส่งผลให้การเกิดดอกเร็วขึ้น

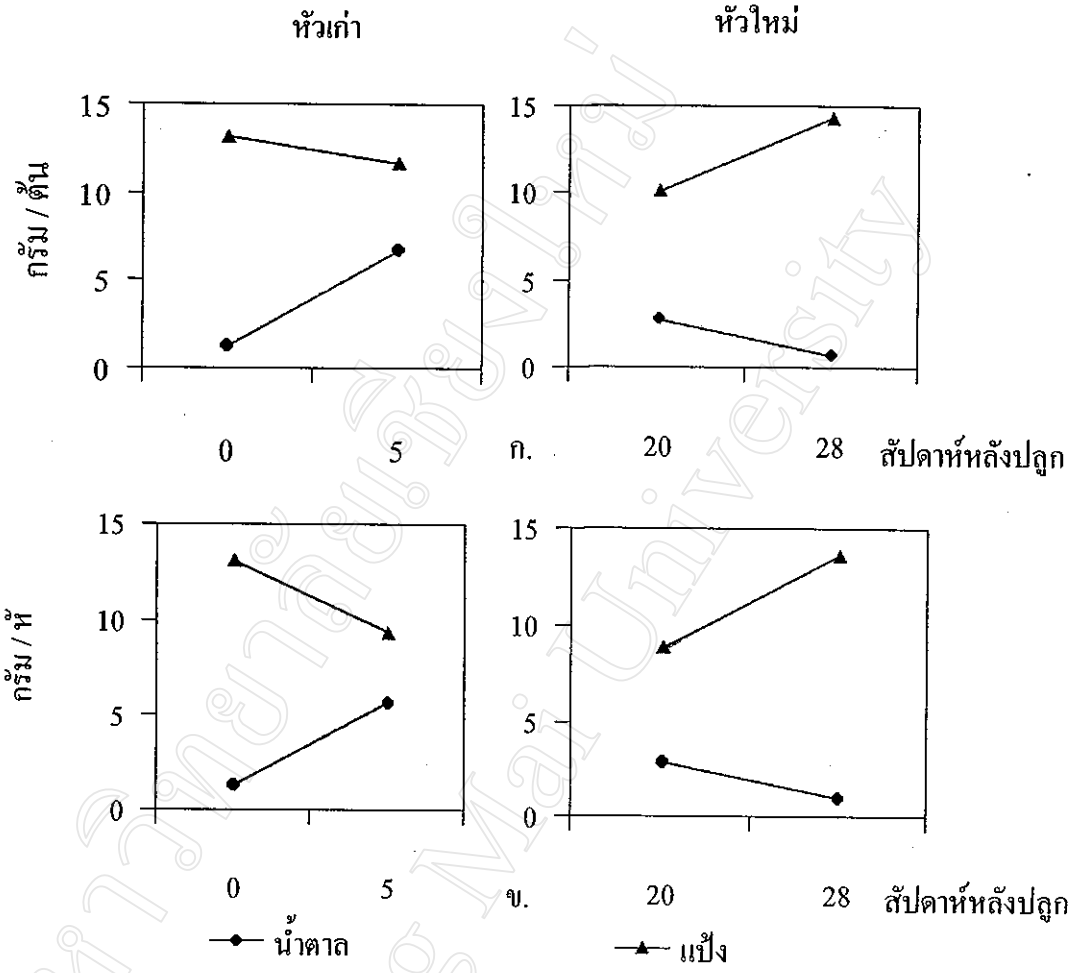
1.6 ผลของอุณหภูมิดินต่อผลผลิตหัวพันธุ์

ผลผลิตหัวพันธุ์ทั้งจำนวนหัวใหม่ต่อ 1 หัวเก่า และจำนวนหัวย่อยต่อ 1 หัวใหม่ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในแปลงทั้งสอง นอกจากนี้พบว่าคุณภาพของหัวพันธุ์ทั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นรอบวง และน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองมีข้อน่าสังเกต คืออัตราการเพิ่มของขนาดและน้ำหนักของหัวใหม่ในช่วงสัปดาห์ที่ 14 – 20 ของฟรีเซียใน 2 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันคือในแปลงที่ลดอุณหภูมิดิน อัตราการเพิ่มขนาดและน้ำหนักช้ากว่าในแปลงควบคุม

การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิดินต่อการสะสมปริมาณน้ำตาล แป้ง และคลอโรฟิลล์

2.1 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลและแป้งในหัวพันธุ์

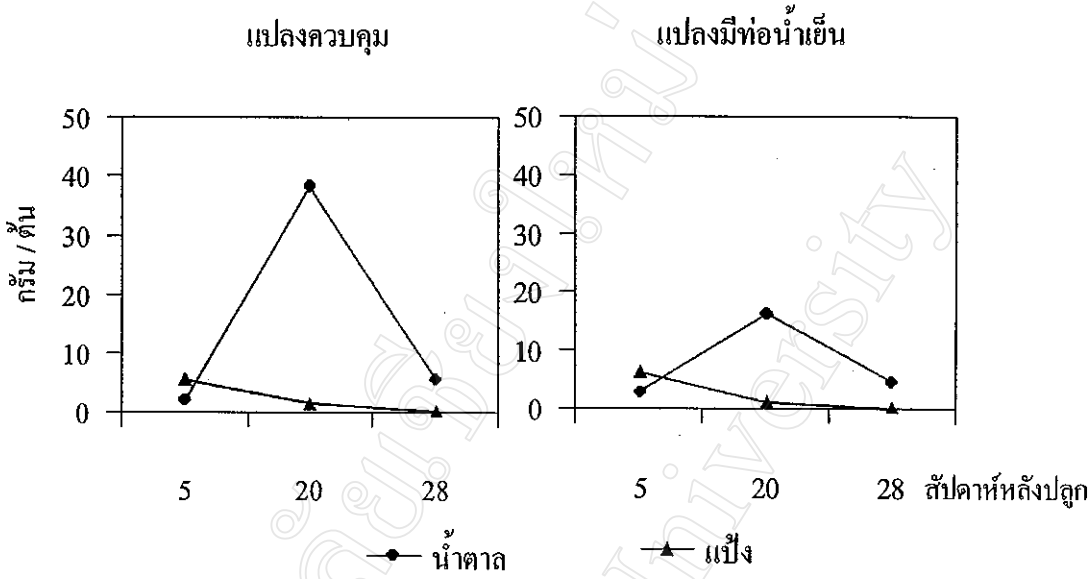
ในช่วง 5 สัปดาห์แรกหลังการปลูกเห็นได้ว่าปริมาณแป้งในหัวพันธุ์ทั้งสองกรรมวิธีลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลในหัวสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วงที่มีการเจริญเติบโตดังกล่าวพืชมีการใช้อาหารสะสมในหัวเก่า โดยมีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น ในสัปดาห์ที่ 20 ซึ่งเป็นช่วงออกดอก เมื่อส่วนใต้ดินเริ่มมีการสร้างหัวใหม่ พบว่าการสะสมแป้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันปริมาณน้ำตาลในหัวลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการลำเลียงน้ำตาลขึ้นไปสู่ส่วนเหนือดินเพื่อนำไปใช้ในการเจริญของช่อดอก อย่างไรก็ตามเมื่อเข้าสู่ระยะพักตัวหัวใหม่ของฟรีเซียมีการสะสมแป้งมากขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโต โดยปริมาณแป้งที่สะสมในหัวใหม่มีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณแป้งที่สะสมในหัวเมื่อเริ่มปลูก (ภาพที่ 31) คล้ายกับพืชหัวอื่นเช่น นาร์ซิสซัสซึ่งมีการสะสมแป้งมากขึ้นเมื่อหัวเข้าสู่ระยะพักตัว (Ruamrungsri *et al.*, 1999b)



ภาพที่ 31 ปริมาณน้ำตาล และแป้งในหัวพันธุ์ฟรีเซียในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ
ก. แปลงควบคุม ข. แปลงมีท่อน้ำเย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

2.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแป้งและน้ำตาลในใบ

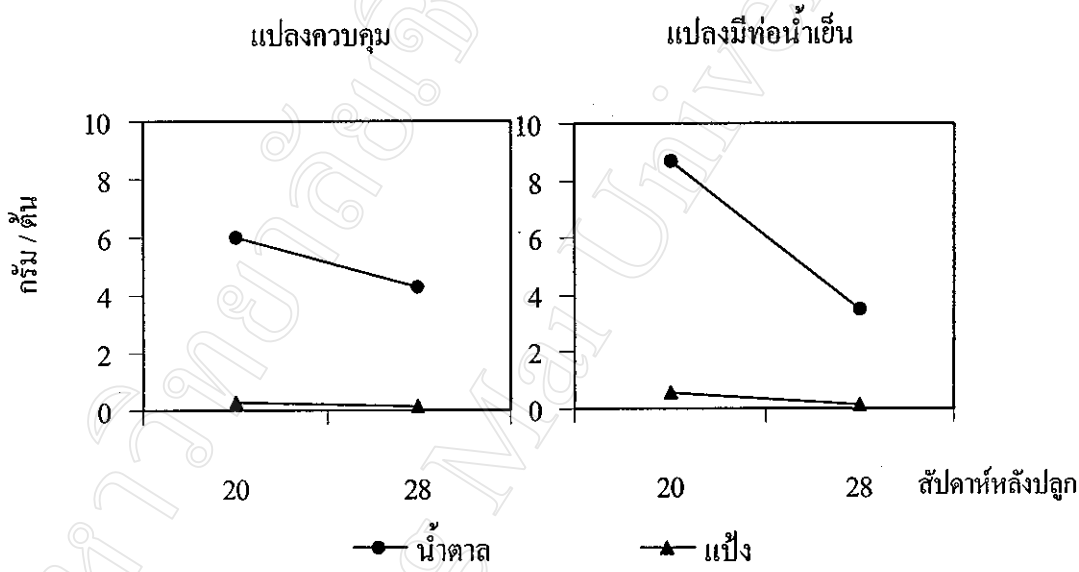


ภาพที่ 32 ปริมาณน้ำตาล และแป้งในใบของต้นฟรีเซียในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในใบของฟรีเซียทั้ง 2 กรรมวิธีมีลักษณะเหมือนกัน โดยปริมาณน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นในช่วงอายุ 5 – 20 สัปดาห์หลังปลูก และเป็นช่วงเดียวกับที่ปริมาณน้ำตาลในหัวลดลง ซึ่งน้ำตาลที่อยู่ในใบส่วนหนึ่งอาจถูกส่งมาจากหัว ในระยะนี้เป็นช่วงที่ต้นมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนและขยายขนาดใบ ซึ่งต้นจำเป็นต้องใช้น้ำตาลเพื่อใช้ในกระบวนการทางชีวเคมี ในขณะที่แป้งลดลงเรื่อยๆ จากสัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากแป้งถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ในสัปดาห์ที่ 20 ซึ่งเป็นช่วงที่ออกดอก ปริมาณน้ำตาลสูงสุด และเริ่มลดลงอาจเนื่องจากในช่วงนี้น้ำตาลถูกลำเลียงไปที่ช่อดอกมาก และยังพบว่าปริมาณน้ำตาลในใบที่ปลูกในแปลงควบคุมมีค่ามากกว่าในใบของต้นที่ปลูกในแปลงมีท่อน้ำเย็น ทั้งนี้อาจเนื่องจากฟรีเซียในแปลงมีท่อน้ำเย็นซึ่งมีการออกดอกเร็วกว่าและมีจำนวนดอกต่อต้นมากกว่า ทำให้จำเป็นต้องใช้น้ำตาลมากกว่า จึงมีการลำเลียงน้ำตาลจากใบส่งไปยังช่อดอกมาก ปริมาณน้ำตาลที่สะสมในใบจึงน้อยกว่าในแปลงควบคุม ส่วนปริมาณแป้งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลและแป้งลดลงจนถึงระยะที่ต้นเข้าสู่การเสื่อมสภาพ (ภาพที่ 32)

2.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแป้งและน้ำตาลในช่อดอก

ในช่วงการออกดอก พบว่าช่อดอกมีปริมาณน้ำตาลมากกว่าปริมาณแป้งเนื่องจากช่อดอกจำเป็นต้องใช้น้ำตาลเพื่อการสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของช่อดอก ช่อดอกในแปลงมีท่อน้ำเย็นให้ดอกที่บานเร็วกว่าแปลงควบคุมซึ่งกระบวนการออกดอกจำเป็นต้องใช้แป้งและน้ำตาล จึงวิเคราะห์หาปริมาณแป้งและน้ำตาลได้มากกว่า ต่อมาเมื่อมีการใช้ ปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่จึงลดลงจนเมื่อดอกบานไปได้ระยะหนึ่ง ช่อดอกเริ่มเสื่อมสภาพ ทำให้ปริมาณน้ำตาลและแป้งลดลงจากสัปดาห์ที่ 20 (ภาพที่ 33)



ภาพที่ 33 ปริมาณน้ำตาลและแป้งในช่อดอกของต้นฟรีเซียในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

ในสภาพอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินสูงการเคลื่อนย้ายของสารสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากในสภาพที่อุณหภูมิดินลดลงส่งผลให้การดูดน้ำของรากลดลง การดูดซึมธาตุอาหารที่มีประจุลบเช่น $H_2PO_4^-$ ถูกยับยั้ง ทำให้การทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล และการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตผิดปกติไปด้วย เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายของคาร์โบไฮเดรตในพืช (ดนัย, 2539; Berghoef and Zevenbergen,1990; Choi *et al.*, 1995; Young *et al.*, 1987) ดังนั้นการลำเลียงน้ำตาลจากหัวพันธุ์ซึ่งเป็นแหล่ง (source) ที่สำคัญเพื่อส่งไปยังใบของฟรีเซีย (sink) ที่ปลูกในแปลงควบคุมซึ่งมีอุณหภูมิดินสูงกว่าจึงเกิดได้มากกว่าทำให้ปริมาณน้ำตาลในใบในแปลงควบคุมสูงกว่าในแปลงมีท่อน้ำเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) ส่งผลให้ในระยะดังกล่าวใบของฟรีเซียในแปลงควบคุมมีน้ำหนักสดสูงกว่าในแปลงมีท่อน้ำเย็น (ภาพที่ 25)

2.4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์

Skene and Kerridge (1976) รายงานว่าในสภาพอุณหภูมิดินสูงการเคลื่อนย้ายไซโตไคนินจากรากขึ้นไปสู่ส่วนเหนือดินมากขึ้น ซึ่งปริมาณไซโตไคนินที่สูงขึ้นช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์แสงโดยไปกระตุ้นให้เกิดการสร้างและพัฒนาของคลอโรพลาสต์ (นภดล, 2536) ซึ่งมีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบ (ดนัย, 2539) ดังนั้นเมื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงที่พืชมีกิจกรรมสูงสุดคือระยะออกดอก จึงพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของฟรีเซียในแปลงควบคุมซึ่งมีอุณหภูมิสูงมีปริมาณสูงกว่าในใบของฟรีเซียที่อยู่ในแปลงมีท่อน้ำเย็น นอกจากนี้สภาพอุณหภูมิต่ำทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบลดต่ำลงซึ่งมีผลต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ (สมบุญ, 2538; Cooper, 1973; Skene and Kerridge, 1967)

ระดับของอุณหภูมิดินสูงหรือต่ำนั้นในแต่ละพืชมีความแตกต่างกัน ระดับอุณหภูมิดินที่สูงสำหรับพืชหนึ่งอาจจะต่ำเกินไปสำหรับอีกพืชหนึ่ง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาต่อไปว่าในพืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิดินที่เหมาะสมในระดับเท่าใด จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิดินเป็นปัจจัยที่สำคัญมากประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารชีวเคมีภายในของฟรีเซีย