บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย

จากการศึกษาผลของการให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน 2 ระดับคือ 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 2 ระดับคือ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 3 ระดับคือ 100 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามกรรมวิธีต่างกัน 12 กรรมวิธี ส่วนธาตุอาหารอื่นพืชได้รับในความเข้มข้นเท่ากัน พบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีผลต่อฟรีเซียดังนี้

1.1 การเจริญเติบโตของฟรีเซีย

จากผลการทดลองพบว่าระดับของไนโตรเจน มีผลต่อความสูงของฟรีเซีย โดยพืชที่ได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงต้นมากที่สุด เนื่องมาจากไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ซึ่งโปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืช และเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ มีความจำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยในการขยายขนาด และเพิ่มจำนวนของเซลล์ (ยงยุทธ, 2543) นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนบางชนิดที่พืชสังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ ออกซิน และไซโตไคนิน ซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตในด้านการแบ่งเซลล์ เร่งการขยายขนาดของเซลล์ และส่งเสริมการสร้างโปรตีน (มุกดา, 2544) ส่วนการได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟรีเซียมีการแทงช่อดอกและการบานของดอกเร็ว และยังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากกว่าการได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของไนโตรเจนระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระดับที่เพียงพอและเหมาะสม เพราะการเพิ่มไนโตรเจนขึ้นไปถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การแทงช่อดอกและการบานของดอกกลับล่าช้า ขณะที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกลดลง และอาจเป็นระดับที่มากเกินไปจึงมีผลทำให้พืชมีการเจริญทางวัฒนภาคมาก (vegetative growth) ใบมีสีเขียวเข้ม มีการขยายเพิ่มขนาดและปริมาณของเซลล์ทำให้ใบมีขนาดใหญ่ การออกดอกและผลช้าลง (สมบุญ, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Khan *et al*. (2004) ศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของ *Zinnia elegans* CV. Meteor พบว่าพืชมีการบานของดอกแรกล่าช้า ขณะที่จำนวนดอกต่อต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขนาดดอกและระยะเวลาที่ใช้ในการบานของดอกลดลง เมื่อระดับของไนโตรเจนสูงขึ้น นอกจากนี้การได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ยังทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวมากกว่าการได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเนื่องมาจากเมื่อได้รับไนโตรเจนมากขึ้น การใช้คาร์โบไฮเดรตเพื่อสร้างโปรตีนของส่วนยอดมากขึ้น จึงมีผลทำให้คาร์โบไฮเดรตที่อาจเคลื่อนย้ายลงสู่รากลดลง การเจริญของส่วนรากจึงมีน้อยกว่าการเจริญของส่วนยอด ในมันฝรั่งที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไปทำให้เกิดการสร้างใบมาก ในขณะที่รากเจริญน้อย และการสร้างลำต้นในดินที่สะสมอาหารลดลงด้วย (มุกดา, 2544; สมบุญ, 2544) สอดคล้องกับงานของ Clark (1999) ศึกษาผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพดอกและหัวของแซนเดอโซเนียในวัสดุปลูก โดยให้พืชได้รับไนโตรเจนระดับที่แตกต่างกันดังนี้ 37.5, 75, 150, 300 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าระดับของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักของหัว และการสร้างหัวย่อยลดลง ส่วนการได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้จำนวนใบ ความยาวก้านดอก และจำนวนดอกต่อช่อ เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลของระดับฟอสฟอรัสต่อความสูง จำนวนใบ จำนวนวันที่ใช้ในการแทงช่อดอก จำนวนวันที่ใช้ในการบานของดอก ความยาวก้านดอก จำนวนดอกต่อช่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับฟอสฟอรัสที่ให้ คือ 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระดับที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย สอดคล้องกับงานของ Nederpel (1971) ศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย พบว่าฟอสฟอรัสที่ระดับต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของดอกน้อย

ระดับของโพแทสเซียมมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว โดยพืชที่ได้รับโพแทสเซียม 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล นอกจากนี้ยังช่วยให้ซูโครสเข้าสู่ท่ออาหารและเพิ่มแรงดันออสโมซิสในหลอดตะแกรง (sieve tube) ให้สูงและคงที่ ซึ่งช่วยให้อัตราการขนส่งสารจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจากแหล่งจ่าย (source) มายังที่รองรับสาร (sink) ได้ดีขึ้น (มุกดา, 2544) แต่หากเพิ่มโพแทสเซียมเป็น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกลับลดลง อาจเป็นเพราะโพแทสเซียมระดับ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจมากเกินไปทำให้สมดุลของธาตุอาหารและการลำเลียงอาหารสะสมผิดปกติ สอดคล้องกับงานของ Clark (1997) ซึ่งศึกษาผลของไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของแซนเดอโซเนีย พบว่าน้ำหนักของหัวลดลงเมื่อระดับของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ส่วนการเจริญเติบโตในเรื่องความสูง จำนวนใบ จำนวนวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ใช้ในการแทงช่อดอก จำนวนวันที่ใช้ในการบานของดอก ความยาวก้านดอกจำนวนดอกต่อช่อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก พบว่าโพแทสเซียมไม่มีผลทำให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม พบว่าปัจจัยทั้งสองไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสูง จำนวนใบ ความยาวก้านดอก จำนวนดอกต่อช่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว แต่ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อจำนวนวันที่ใช้ในการแทงช่อดอก และจำนวนวันที่ใช้ในการบานของดอก โดยฟรีเซียที่ได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการแทงช่อดอกและการบานของดอกเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการออกดอกของฟรีเซีย เพราะปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมในระดับอื่น ๆ ทำให้การออดดอกช้ากว่า กรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัย ไม่มีผลทำให้ความสูง จำนวนใบ จำนวนวันที่ใช้ในการแทงช่อดอก จำนวนวันที่ใช้ในการบานของดอก ความยาวก้านดอก จำนวนดอกต่อช่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซียมากกว่าฟอสฟอรัส

1.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อ

1.2.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจน

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืช พบว่า ในระยะที่ 1 (ระยะเริ่มปลูก) ในหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีไนโตรเจน 27.72 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ต่อมาเมื่อเข้าสู่ระยะที่ 2 (16 สัปดาห์หลังปลูก) จนถึงระยะที่ 3 (ระยะพักตัว) พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น โดยพืชที่ได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นของไนโตรเจนใน ใบ ดอก หัวเก่า ราก และหัวใหม่ มากกว่าการได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานของ Yeh (1999) ศึกษาผลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของเดหลีพันธุ์ Sensation พบว่าเมื่อระดับของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นด้วย และเนื่องจากพืชหัวโดยทั่วไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้องการไนโตรเจนมากสำหรับการเจริญเติบโตเพื่อให้มีการสร้างใบมาก และมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้สูง ดังนั้นเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนจากภายนอกในระดับที่มากขึ้น จึงส่งผลให้ฟรีเซียมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544 ; วันเพ็ญ, 2546)

ผลของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในฟรีเซีย พบว่าระดับของฟอสฟอรัสมาก ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ และดอกในระยะที่ 2 เพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวเก่า ราก และหัวใหม่ในระยะที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญในกรดนิวคลีอิก ได้แก่ RNA และ DNA ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบของ ATP ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารในกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ และการแบ่งเซลล์ และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญในคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวในพืชทำหน้าที่สังเคราะห์แสงด้วย (มุกดา, 2544) ดังนั้นระดับของฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้พืชมีความต้องการไนโตรเจนในส่วนของใบ และดอกเพิ่มขึ้นด้วย

ส่วนผลของระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียม พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในระดับต่างกัน ไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในทุกอวัยวะของพืชตลอดระยะการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม พบว่าปัจจัยทั้งสองไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อใบ ดอก และรากในระยะที่ 2 และหัวใหม่ในระยะที่ 3 แต่ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวเก่า โดยฟรีเซียที่ได้รับ ไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวเก่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากเมื่อโพแทสเซียมมากช่วยให้รากดูดไนโตรเจนมาก (นพดล, 2538) เมื่อภายในต้นมีไนโตรเจนมากเพียงพอจึงอาจสะสมไว้ที่หัว

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัย ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในทุกอวัยวะของพืชตลอดระยะการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืช พบว่าในระยะที่ 1 (ระยะเริ่มปลูก) ในหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีฟอสฟอรัส 6.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

จากผลการทดลอง พบว่าระดับของไนโตรเจนมากทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดอก หัว และราก ในระยะที่ 2 และหัวใหม่ในระยะที่ 3 เพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ ดอก และราก ในระยะที่ 2 และหัวในระยะที่ 3 เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัส ยังมีผลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากด้วย โดยฟรีเซียที่ได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในส่วนอื่นของพืชไม่ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบของ ATP และโคเอนไซม์บางชนิด ได้แก่ NAD^+, $NADP^+$, FAD และโคเอนไซม์เอ ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารในกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การสังเคราะห์แสง การหายใจ และการแบ่งเซลล์ เป็นต้น (ยงยุทธ, 2543; มุกดา, 2544) ดังนั้นระดับของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นด้วย

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม พบว่าปัจจัยทั้งสองไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อใบ ดอก และหัวในระยะที่ 2 และหัวใหม่ในระยะที่ 3 แต่ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในราก โดยฟรีเซียที่ได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการสะสมฟอสฟอรัสของรากฟรีเซีย เพราะปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมในระดับอื่น ๆ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในรากน้อยกว่ากรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนระดับของโพแทสเซียม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัย ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในทุกอวัยวะของพืชตลอดระยะการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อพืช พบว่าในระยะที่ 1 (ระยะเริ่มปลูก) ในหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีโพแทสเซียม 33.31 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

จากผลการทดลอง พบว่าระดับของไนโตรเจนมาก ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในรากเพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ ดอก และหัว ในระยะที่ 2 และหัวใหม่ในระยะที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนส่วนประกอบสำคัญของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ซึ่งโปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืช และเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ มีความจำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยในการขยายขนาด และเพิ่มจำนวนของเซลล์ นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (มุกดา, 2544) และในระยะที่พืชมีการสร้างดอก พืชมีความต้องการสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (photosynthate) ในการสร้างสารอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของดอก ได้แก่ สี และกลิ่น ซึ่งโพแทสเซียมมีบทบาทเรื่องการเพิ่มอัตราการขนส่งสารจากกระบวนการสังเคราะห์แสง จึงอาจทำให้รากพืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมมาก ความเข้มข้นของโพแทสเซียมจึงสูงในราก

ส่วนผลของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในระดับต่างกัน ไม่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในทุกอวัยวะของพืชตลอดระยะการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ระดับของโพแทสเซียมที่สูงขึ้น มีผลทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบเพิ่มสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากโครงสร้างภายในของใบประกอบด้วย คลอโรพลาสต์ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง และในระยะที่พืชมีการออกดอก พืชมีความต้องการสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (photosynthate) ดังนั้นโพแทสเซียมจึงมีความจำเป็นในการขนส่งสารจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจากแหล่งจ่าย (source) มายังที่รองรับสาร (sink) (สมบุญ, 2538; มุกดา, 2544)

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัส พบว่าปัจจัยทั้งสองไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อใบ ดอก และราก ในระยะที่ 2 และหัวใหม่ ในระยะที่ 3 แต่ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวเก่า โดยฟรีเซียที่ได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวเก่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการได้รับไนโตรเจน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัว เนื่องจากเมื่อเพิ่มระดับของฟอสฟอรัสให้สูงขึ้นความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวกลับลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัย ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในทุกอวัยวะของพืชตลอดระยะการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดลองที่ 2 การขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟรีเซีย

จากการศึกษาผลของการขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย โดยให้ฟรีเซียได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ขาดไนโตรเจน (-N) ขาดฟอสฟอรัส (-P) และขาดโพแทสเซียม (-K) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ (กรรมวิธีควบคุม) พบว่า มีผลต่อฟรีเซียดังนี้

2.1 การเจริญเติบโตและอาการขาดธาตุของฟรีเซีย

2.1.1 ผลของการขาดไนโตรเจน

พบว่าฟรีเซียที่ขาดไนโตรเจนมีความสูง และจำนวนใบไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากภายในหัวที่ใช้ปลูกมีอาหารสะสม ซึ่งใช้เป็นแหล่งอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (ฉันทนา, 2533) และช่วงแรกของการเจริญเติบโต เป็นระยะของการเจริญทางด้านใบ ลำต้น และเสริมสร้างทางร่างกายเป็นส่วนใหญ่ (vegetative growth) ในช่วงนี้จึงมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่พอมาถึงช่วงปลายการเจริญเติบโต พืชจึงหยุดการเจริญด้านลำต้น กิ่งก้านสาขา แต่พัฒนาด้านการออกดอก สร้างผลผลิต (reproductive growth) (มุกดา, 2544) นอกจากนี้และยังมีผลทำให้จำนวนดอกต่อช่อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความยาวก้านดอกสั้น และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของโปรตีน กรดนิวคลีอิก เอนไซม์ โคเอนไซม์ ฮอร์โมนบางชนิด รวมถึงคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น การสังเคราะห์แสง และการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารด้วย (ยงยุทธ, 2543) ซึ่งผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthate) พืชนำไปใช้ในการสร้างสารอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของดอก ได้แก่ สี และกลิ่น ของดอกไม้ (มุกดา, 2544) ดังนั้นไนโตรเจนจึงมีผลต่อคุณภาพดอก และหัวของฟรีเซีย ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ในท่อลำเลียงอาหารได้ดี (สมบุญ, 2538) ในระยะที่มีการสร้างดอกส่วนของดอกเป็นแหล่งรับ (sink) สารอาหารเพื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ได้มากกว่าส่วนอื่น ทำให้ไนโตรเจนที่สะสมอยู่ที่ก้านดอก และใบซึ่งเป็นแหล่งจ่าย (source) เคลื่อนที่ไปยังดอกจึงเป็นผลทำให้ก้านดอกสั้น และใบจึงแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน โดยใบมีสีเหลืองเริ่มแสดงอาการจากใบแก่บริเวณด้านล่างของลำต้นก่อน เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์เมื่อพืชขาดจึงแสดงอาการคลอโรซิส (สมบุญ, 2538) อาการเช่นนี้เกิดกับพืชชนิดอื่นด้วย เช่น นาซิสซัส และหงส์เหิน ซึ่ง Ruamrungsri *et al.* (1996 a, b) รายงานว่า นาซิสซัสพันธุ์ Garden Giant ที่ขาดธาตุไนโตรเจน ทำให้การเจริญของยอดหยุดชะงัก ใบมีลักษณะเล็กและแคบทำให้มีน้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบต่ำกว่าปกติ มีอาการใบเหลือง และปริมาณคลอโรฟิลด์ต่ำลง และวัชรพล และ โสระยา (2546) รายงานว่าหงส์เหินที่ขาดธาตุไนโตรเจน ใบมีขนาดเล็กเป็นสีเหลืองอมเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด

2.1.2 ผลของการขาดฟอสฟอรัส

พบว่าฟรีเซียที่ขาดฟอสฟอรัสมีความสูงและจำนวนใบไม่ต่างจากกรรมวิธีควบคุม เนื่องจากฟรีเซียมีหัวสะสมอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตช่วงแรก (vegetative growth) การขาดฟอสฟอรัสทำให้ฟรีเซียมีการแทงช่อดอก และการบานของดอกล่าช้า นอกจากนี้ยังทำให้ความยาวก้านดอกสั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของน้ำตาลฟอสเฟต ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ เช่น RNA และ DNA และยังปรากฏอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ ฟอสฟอรัสยังเป็นธาตุที่เกี่ยวกับกระบวนการเผาผลาญพลังงาน เพราะฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของ ATP ADP และ AMP รวมทั้งไพโรฟอสเฟต ฟอสฟอรัสที่เก็บและย้ายพลังงานในระบบการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน (ดนัย, 2544) ดังนั้นการขาดฟอสฟอรัส จึงมีผลต่อการเจริญของพืชโดยพืชจะแก่ช้ากว่าปกติ ออกดอก และผลช้า (มุกดา, 2544) ส่วนจำนวนดอกต่อช่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม เนื่องจากในระยะที่พืชมีการสร้างดอกนี้ส่วนของดอกเป็นแหล่งรับสารอาหาร (sink) ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงจากใบ (source) ได้มากกว่าส่วนอื่น และฟอสฟอรัสก็เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดี (มุกดา, 2544) ทำให้ฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ที่ก้านดอกและใบเคลื่อนที่ไปยังดอก ใบจึงแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส โดยใบแก่ด้านล่างของต้นมีลักษณะไม่สมบูรณ์หงิกงอมีสีเขียวเข้ม และมีขนาดเล็กและแคบ ใบมีขนาดเล็กเนื่องจากใบขยายขนาดช้า และจำนวนใบน้อย อย่างไรก็ตามแม้ว่าการขยายขนาดใบลดลงอย่างมาก แต่ปริมาณโปรตีนและคลอโรฟิลด์ต่อหน่วยพื้นที่ใบลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากขนาดใบลดลงมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่คลอโรฟิลด์ลดลงน้อยกว่า ทำให้ใบพืชที่ขาดฟอสฟอรัสในระยะแรกมีใบสีเขียวเข้ม แต่เมื่อพิจารณาอัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยของคลอโรฟิลด์พบว่ามีค่าลดลงไป (ยงยุทธ, 2543)

2.1.3 ผลของการขาดโพแทสเซียม

พบว่าฟรีเซียที่ขาดโพแทสเซียมมีความสูงและจำนวนใบไม่ต่างจากกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการขาดไนโตรเจน การขาดโพแทสเซียมทำให้ฟรีเซียมีการแทงช่อดอก และการบานของดอกล่าช้า อีกทั้งยังทำให้ความยาวก้านดอกสั้น และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวน้อยด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก โพแทสเซียมมีหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ และควบคุมศักย์ออสโมซิสที่มีบทบาทต่อการขยายขนาดของเซลล์ และการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้โพแทสเซียมยังมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารทางท่อลำเลียงอาหารจากการสังเคราะห์แสง (photosynthate) จากแหล่งจ่าย (source) มายังบริเวณสะสม (sink) (มุกดา, 2544)ดังนั้นเมื่อขาดโพแทสเซียมจึงอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช ส่วนจำนวนดอกต่อช่อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการขาดไนโตรเจน

อาการขาดธาตุโพแทสเซียม พบว่าใบมีสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลจากขอบใบสู่กลางใบ ปลายใบเหี่ยว และขอบใบไหม้ เนื่องจากโพแทสเซียมเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ ระหว่างเนื้อเยื่อ หรือทางท่อลำเลียงน้ำและอาหาร (ยงยุทธ, 2543) ดังนั้นเมื่อขาดโพแทสเซียม จึงทำให้โพแทสเซียมที่อยู่บริเวณใบแก่ และอวัยวะอื่น ๆ เคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหารไปยังเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น ใบเหลืองเกิดคลอโรซิสเป็นทาง ๆ และอาการแห้งตาย หรือนิโครซิส โดยใบแห้งตายเป็นจุด ๆ บริเวณขอบ และปลายใบ และลามไปยังส่วนโคนใบ (นิตย์, 2541; ยงยุทธ, 2543) นอกจากนี้ยังพบว่าอาการขาดโพแทสเซียมยังทำให้พืชหักล้มง่าย เนื่องจากการสะสมลิกนินในเซลล์กลุ่มท่อลำเลียงอาหารน้อยกว่าปกติ ลำต้นจึงไม่แข็งแรง เหี่ยวเฉาง่าย มีความชื้นในดินน้อย และเป็นโรคง่ายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านกิจกรรมของเอนไซม์ ชนิดและปริมาณของอินทรีย์สารซึ่งทำให้พืชอ่อนแอต่อโรค (ยงยุทธ, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อ

2.2.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจน

จากการทดลองพบว่าในระยะออกดอกและระยะพักตัว กรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น เนื่องจากในระยะออกดอกเป็นระยะที่พืชสร้างดอก ผล เมล็ด และหัวใหม่ทำให้พืชต้องการไนโตรเจนมากขึ้น และไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดีในพืช เมื่อส่วนเหนือดินเข้าสู่ระยะพักตัว ใบ และลำต้นเทียมเข้าสู่ระยะชราภาพ ไนโตรเจนจึงเคลื่อนย้ายเข้าสู่หัวเพื่อสะสมอาหารใช้สำหรับการเจริญเติบโตในปีต่อไป

กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในระยะออกดอกและระยะพักตัวต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม เนื่องจากในระยะนี้พืชมีความต้องการธาตุไนโตรเจนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการออกดอก และพืชไม่ได้รับไนโตรเจนเพิ่ม

ส่วนกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส และกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมให้ผลเหมือนกับกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชได้รับไนโตรเจนจากสารละลายธาตุอาหาร

2.2.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

จากการทดลองพบว่าในระยะออกดอกและระยะพักตัว กรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของฟอสฟอรัส สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนโตรเจน

กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนเมื่อเข้าสู่ระยะออกดอก ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ต่าง ๆ และฮอร์โมนบางชนิด ที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่น เมื่อเข้าสู่ระยะพักตัวจึงทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สะสมในเนื้อเยื่อน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น

กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในระยะออกดอกและระยะพักตัวต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่สูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน และได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชมีการสร้างอาหารได้เองจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และพืชใช้ฟอสฟอรัสในปริมาณที่น้อยกว่าไนโตรเจน (นพดล, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในระยะออกดอกและระยะพักตัวต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่สูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน และได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องมาจากพืชได้รับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสงจากสารละลายธาตุอาหาร

2.2.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม

จากการทดลองพบว่าในระยะออกดอกและระยะพักตัว กรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของโพแทสเซียมสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนโตรเจน

กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ทำให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในระยะออกดอกและระยะพักตัวต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งไม่ต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่น ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่ต่างจากกรรมวิธีควบคุมทั้งนี้อาจเนื่องจาก พืชมีความต้องการฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโตต่ำและพืชได้รับไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการสังเคราะห์แสงจากสารละลายธาตุอาหาร ดังนั้นการขาดฟอสฟอรัสจึงไม่ค่อยมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียม

กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม ทำให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในระยะออกดอกต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น และในระยะพักตัวต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม เนื่องจากในระยะออกดอกพืชมีความต้องการโพแทสเซียมในการขนส่งสารจากการสังเคราะห์แสง (photosynthate) จากแหล่งจ่าย (source) มายังที่รองรับสาร (sink) (มุกดา, 2544) และพืชไม่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved