บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในวงจรการเจริญเติบโตของพืชนั้น พืชต้องการธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อใช้ในการดำรงชีพของพืชให้เป็นไปด้วยดี ธาตุอาหารต่างๆ เหล่านี้จึงมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งในด้านเป็นแหล่งพลังงาน และกระบวนการสร้างเซลล์ พืชจะเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงเมื่อได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่างๆ อย่างเหมาะสม หากปัจจัยใดหนึ่งไม่เหมาะสมหรือขาดแคลนแม้เพียงเล็กน้อยก็จะทำให้การใช้ธาตุอาหารหรือขบวนการทางเมตทาบอริซึมไม่เป็นไปตามความต้องการของพืชส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถูกจำกัด

1. การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของระดับของพัมมิซต่อผลผลิตและคุณภาพผลฝรั่ง

1.1 ผลของพัมมิซต่อการเจริญเติบโตของฝรั่ง

จากศึกษาผลของระดับของพัมมิซต่อผลผลิตและคุณภาพผลฝรั่ง พบว่า การเจริญเติบโตของฝรั่งในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังให้พัมมิซ การเจริญเติบโตทั้งทางด้านความสูงต้น การขยายขนาดความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งที่เกิดใหม่ของฝรั่งมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่อยู่ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นในเวลากลางคืนและทั้งเป็นช่วงที่มีแดดจัดในเวลากลางวันทำให้การดูดซับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้น้อย ซึ่ง จินดา (2524) กล่าวว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการควบคุมกระบวนการเมตทาบอริซึมและปฏิกิริยาภายในเซลล์พืช ซึ่งจะส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น อนึ่งเวลากลางวันมีแดดจัดทั้งยังมีความชื้นในอากาศน้อยทำให้พืชมีการคายน้ำมาก ซึ่งอาจนำไปสู่การขาดแคลนน้ำและธาตุอาหาร ทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในพืชมีปริมาณลดลง เพราะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจมากขึ้น(สรสิทธิ์, 2518; Berry and Raison, 1989) นอกจากนี้ปริมาณน้ำในต้นพืชที่ลดลงเนื่องจากการคายน้ำยังมีผลกระทบต่อการปิดเปิดของปากใบ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง (Kang and Stutte, 1982) จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงดังกล่าวไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในช่วงสัปดาห์ที่ 6, 10 และ 14 หลังได้รับพัมมิซฝรั่งอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มเริ่มมีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 4 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบที่มากกว่า ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของฝรั่งในช่วงดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อพัมมิซของพืชหลังจากได้รับพัมมิซ (Yamauchi and Winslow, 1989) โดยกิจกรรมของเอนไซม์ภายในต้นพืชที่มีต่อธาตุบางธาตุที่เป็นส่วนประกอบของพัมมิซ โดยเฉพาะธาตุซิลิคอนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ทำให้ผนังเซลล์ในระบบรากมีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แข็งแรงสามารถดูดซับสารละลายอาหารไปยัง source ได้มากขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโต (Raven, 1983; Nelwamondo and Dakora, 1999) ดังจะเห็นได้จากการเจริญเติบโตในช่วงสัปดาห์ที่ 6 ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซในทุกอัตรามีการเจริญเติบโตแตกต่างจากฝรั่งที่ไม่ได้รับพัมมิซ และหลังจากนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 14 ถึง สัปดาห์ที่ 26 การเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในลักษณะที่น้อยลง และไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมื่อฝรั่งมีการเจริญเติบโตในด้านการขยายขนาดความกว้างทรงพุ่มและความสูงต้นถึงจุดๆ หนึ่งแล้วพืชจะมีการชะลออัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่ม อีกทั้งในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่ฝรั่งมีการติดผลหรืออยู่ในช่วง Reproductive ซึ่งรากจะต้องดูดธาตุอาหารไปเลี้ยงผล (กรมวิชาการเกษตร, 2544) จึงทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงต้นและการเพิ่มขนาดความกว้างทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พัมมิซยังคงมีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านการขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งที่เกิดใหม่ และการเกิดผลใหม่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันในทางสถิติ นั้นหมายความว่า พัมมิซมีผลกระตุ้นการดูดธาตุอาหารของพืชไม่ทางตรงก็ทางอ้อม (Marschner, 1986) เพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโตด้านการขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งใหม่และการเกิดผลใหม่

1.2 ผลของพัมมิซต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในฝรั่ง

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของฝรั่งในช่วงสัปดาห์ 4 แรกหลังใส่พัมมิซไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นในเวลากลางคืนทำให้อุณหภูมิรากต่ำส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการดูดธาตุอาหารภายในรากลดลง (สิทธิพร, 2536) และทั้งเป็นช่วงที่มีแดดจัดในเวลากลางวันทำให้การคายน้ำและการละเหยของน้ำในต้นพืชมีมาก ซึ่งอาจทำให้พืชสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ในกรณีดังกล่าวทำให้การทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ผิดปกติ จึงอาจทำให้พืชดูดซับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนกานสร้างคลอโรฟิลล์ได้น้อย โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียม (คนัย, 2544; สรสิทธิ์, 2518) อนึ่ง อาจเป็นเพราะในช่วงที่มีอากาศร้อนธาตุอาหารที่สะสมในเซลล์ส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจมากขึ้น (Berry and Raison, 1989) ทำให้การสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์จึงไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบฝรั่งหลังจากนั้นเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบว่า อัตราการสะสมค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วง 8 ถึง 12 สัปดาห์ และหลังจากนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละระดับพัมมิซจึงค่อยๆ ลดลงในปริมาณที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วง 8 ถึง 12 สัปดาห์ ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่างของพืชยังมีมากเพราะเป็นช่วงที่ใบพืชอ่อนอยู่จึงมีความต้องการปริมาณธาตุอาหารในปริมาณที่สูงเพื่อใช้ในกระบวนการขยายขนาดของเซลล์และอวัยวะต่างๆ (สมบุญ, 2538) และหลังจากนั้นมีความเป็นไปได้ว่า ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สะสมในใบถูกเคลื่อนย้ายลงมายังผลซึ่งเป็นอวัยวะที่เกิดใหม่ (ยงยุทธ, 2540) ทำให้ธาตุอาหารที่ทำหน้าที่สร้างคลอโรฟิลล์ลดลงส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงดังกล่าวมีปริมาณลดลงตามด้วย

1.3 ผลของพัมมิซต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลฝรั่ง

จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า ระดับของพัมมิซมีผลต่อคุณภาพผลฝรั่ง โดยพบว่า ฝรั่งที่ได้รับอัตราพัมมิซ 4 กิโลกรัม มีน้ำหนักผล ขนาดผล วิตามินซีเฉลี่ยมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับพัมมิซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากซิลิคอนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพัมมิซมีผลในด้านการเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการดูดธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของรากพืชได้ดี (Eltez *et al.*, 1999) และเมื่อมีการใช้พัมมิซร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งมีธาตุอาหารที่พืชต้องกัน ยิ่งทำให้พืชมีการดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม มากขึ้น (Clark and Burge, 2000) ซึ่งธาตุอาหารทั้ง 3 เป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมหรือกระบวนการเมตทาบอลิซึมต่างๆ ในเซลล์พืช โดยเฉพาะกระบวนการสร้างแป้ง น้ำตาล และอินทรีย์สารต่างๆ (วิจิตร, 2532) จึงทำให้ผลฝรั่งมีการเจริญเติบโตและขนาดของผลเพิ่มมากขึ้นกว่าต้นที่ไม่ได้รับพัมมิซ (Watscher and Smith, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับ Bolat *et al.* (1992) ที่ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่ พบว่า พัมมิซมีผลทำให้การสะสมน้ำหนักสดของผลสตรอเบอรีมีมากที่สุด เช่นเดียวกับ Manios *et al.* (1995) ที่ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ และเยอร์บีรา โดยใช้วัสดุที่แตกต่างกัน คือ พัมมิซ Rockwool และ ส่วนผสมของเพอร์ไลท์ (85%) กับพีท (15 กรัม) พบว่า พัมมิซมีผลต่อปริมาณและน้ำหนักผลผลิตต่อต้นของมะเขือเทศมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ส่วนในเยอร์บีร่าให้ผลไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ พบว่า ความแน่นเนื้อของผลฝรั่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วงที่เก็บเกี่ยวผลเป็นช่วงที่ผลฝรั่งเข้าสู่ระยะสุกสารประกอบที่ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงบางตัวเริ่มเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแป้งและน้ำตาล ทำให้ผนังเซลล์ของผลมีความอ่อนตัว (คนัย, 2540) ดังนั้นเมื่อนำผลมาวัดความแน่นเนื้อจึงไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในผลฝรั่งที่ได้รับพัมมิซในระดับต่างๆ พบว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 0 และ 1 กิโลกรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากพัมมิซในอัตราเข้มข้นมีผลต่อการดูดธาตุอาหารบางตัวมากหรือน้อยเกินไปจึงส่งผลต่อการสะสมปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ Spencer and Koo (1962) กล่าวว่า การที่พืชได้รับแคลเซียมมากเกินไปอาจลดความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมและแมกนีเซียม และสังกะสี นอกจากนี้ นิภาพร (2543) ได้ศึกษาผลของโพแทสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง พบว่า ระดับของโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้การสะสมปริมาณวิตามินซีในผลแตกต่างกัน พัมมิซมีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไตเตรทและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง แต่มีผลทำให้ปริมาณวิตามิน ซี สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการสะสมธาตุอาหารในฝรั่ง

1.4.1 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในใบและในผล พบว่า การให้พัมมิซในรูปของอาหารเสริมในระดับต่างๆ มีผลทำให้ปริมาณการสะสมธาตุอาหารต่างๆ ทั้งในใบและในผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบางช่วงของการเจริญเติบโตและในบางธาตุเท่านั้น โดยในช่วงสี่สัปดาห์แรกปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่อยู่ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นในเวลากลางคืนทำให้อุณหภูมิรากต่ำส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการดูดธาตุอาหารภายในราก (สิทธิพร, 2536) และทั้งเป็นช่วงที่มีแดดจัดในเวลากลางวันทำให้การคายน้ำและการละเหยของน้ำในต้นพืชมีมาก ซึ่งอาจทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำได้ ในกรณีดังกล่าวอาจทำให้กระบวนการเมตทาบอลิซึมภายในพืชที่เกี่ยวข้องกับการดูดธาตุอาหารพืชหยุดชักงักจึงส่งผลให้พืชดูดซับธาตุอาหารได้น้อย (สรสิทธิ์, 2518) นอกจากนี้ในสัปดาห์ที่ 28 ของการทดลองปริมาณไนโตรเจนในใบก็ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งนี้เนื่องจากในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่ฝรั่งมีการติดผลอยู่ดังนั้นอาหารที่สะสมอยู่ในใบฝรั่งจึงอาจถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตของผลทำให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนของใบในช่วงนั้นน้อย (Ho,1988)

1.4.2 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส

จากวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร พบว่า พัมมิซมีผลทำให้ปริมาณการสะสมธาตุฟอสฟอรัส ในใบฝรั่งในช่วงสัปดาห์ที่ 4 หลังได้รับพัมมิซอัตรา 3 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ในใบมากกว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซอัตรา 4 และ 2 กิโลกรัม ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากระยะของการเจริญเติบโตของพืชแต่ละต้น ซึ่งอยู่ในช่วงที่ฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโตในส่วนของกิ่งก้านสาขา จึงน่าจะมีความต้องการใช้ธาตุฟอสฟอรัสเพื่อการสร้างสารประกอบอื่นๆ ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต (ยงยุทธ, 2543) นอกจากนั้น ธาตุฟอสฟอรัสยังมีความจำเป็นต่อกระบวนการถ่ายทอดพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปยังส่วนอื่นๆ (Alva and Tucker, 1999) อีกประการหนึ่งซิลิคอนในพัมมิซยังเป็นตัวที่มีบทบาทในการเป็นตัวช่วยปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงไว้ในวัสดุปลูก (ยงยุทธ, 2543) ทำให้พืชสามารถดูดเอาฟอสฟอรัสไปสะสมไว้ในส่วนต่างของเซลล์พืชได้เร็วขึ้น (Marschner, 1985;1986)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4.3 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการสะสมโพแทสเซียม

จากผลการทดลอง พบว่า ระดับของพัมมิซมีผลทำให้การสะสมปริมาณธาตุโพแทสเซียมในทุกๆ ช่วงของการเจริญเติบโตของฝรั่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากซิลิคอนในองค์ประกอบของพัมมิซเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการดูดโพแทสเซียมของรากพืชได้ดี

(Eltez *et al.*, 1999) อีกประการหนึ่งเนื่องจากความต้องการปริมาณธาตุโพแทสเซียมของฝรั่งเพื่อการเจริญเติบโตค่อนข้างสูง จากการรายงานของ นิภาพร (2543) ที่ทำการศึกษาผลโพแทสเซียมต่อการคุณภาพฝรั่ง พบว่า เมื่อพืชได้รับโพแทสเซียมในอัตรามากขึ้นจะส่งผลให้ฝรั่งมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นด้วย

1.4.4 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการสะสมแคลเซียม

ปริมาณการสะสมแคลเซียมในฝรั่งมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดในทุกช่วงของการเจริญเติบโต ทั้งนี้เนื่องจากซิลิคอนในพัมมิซที่มีหน้าที่พิเศษคือเป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ เป็นตัวช่วยเสริมให้เซลล์พืชมีความแข็งแรง (Idris *et al.*, 1975) โดยเสริมความแข็งแรงให้เซลล์พืชด้วยกระบวนการที่ประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังช่วยให้แคลเซียมมีการกระจายภายในเซลล์พืชได้มากขึ้น (Raven, 1983)

1.4.5 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการสะสมแมกนีเซียม

จากผลการทดลอง พบว่า พัมมิซซึ่งมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบหลักมีผลทำให้การสะสมปริมาณแมกนีเซียมของฝรั่งในแต่ละอัตราพัมมิซมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติในทุกช่วงของการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากซิลิคอนซึ่งมีหน้าที่ในการเสริมสร้างความแข็งแรงให้เซลล์พืช เป็นตัวกระตุ้นให้พืชมีการดูดแมกนีเซียมได้มากขึ้น เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์และเป็นธาตุที่จำเป็นที่จะช่วยให้ ATP ทำหน้าที่ในหลายๆ ปฏิกิริยา รวมทั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง การหายใจ (นิตย์, 2541) อย่างไรก็ตามปริมาณของแมกนีเซียมในใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการทดลองและค่อยๆ ลดลงในช่วงท้ายของการทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงท้ายเป็นช่วงที่ฝรั่งมีการติดผลทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่สะสมในใบไปเลี้ยงผล เพราะว่าแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังใบอ่อนและผลอ่อนได้ง่าย (ยงยุทธ, 2540)

อย่างไรก็ตามการสะสมปริมาณธาตุอาหารในผลฝรั่งของธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม และ แมกนีเซียมยังให้ผลไม่เด่นชัดถึงความแตกต่างในการสะสมธาตุเหล่านี้ แต่มีแนวโน้มว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 4 กิโลกรัม จะมีการสะสมปริมาณธาตุเหล่านี้มากกว่า ซึ่งยังจะต้องมีการศึกษาต่อไปว่าผลที่แท้จริงคืออะไร นอกจากนี้พบว่า ในผลมีการสะสมปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมในแต่ละระดับของพัมมิซแตกต่างกันในทางสถิติ นั้นหมายความว่าในช่วงดังกล่าว ผลฝรั่งยังต้องการใช้ธาตุเหล่านี้กระบวนการทางเมทตาบอริซึม โดยเฉพาะแล้วโพแทสเซียมที่มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (ยงยุทธ, 2540) และอาจมีความเป็นไปได้ว่า โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นธาตุที่มีประจุบวกเหมือนกัน จึงอาจเกิดการต่อต้านหรือแข่งขันกันทำให้ลดบทบาทของอีกธาตุหนึ่ง (ยุทธนา และคณะ, 2544; Spencer and Koo, 1962)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 ผลของพัมมิซต่อปริมาณการใช้สารละลายธาตุอาหาร

จากผลการทดลองพบว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 1, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม มีแนวโน้มใช้น้ำ (สารละลายธาตุอาหาร) น้อยกว่าฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 0 กิโลกรัม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพัมมิซที่ใช้ในรูปของอาหารเสริมเป็นตัวที่ไปมีบทบาทในการรักษาสมดุลของน้ำและอากาศในวัสดุปลูกและยังเป็นตัวดูดซึมที่ดี สามารถรักษาความชื้นในวัสดุปลูกได้ดี (Boertje, 1995; บริษัทไทยทริด์ไมท์ จำกัด (มป่ป)) ทำให้สารละลายธาตุอาหารในวัสดุปลูกไม่ระเหยสู่อากาศมาก จึงทำให้การใช้สารละลายน้อยกว่าฝรั่งที่ไม่ได้รับพัมมิซ (พัมมิซ 0 กิโลกรัม)

2. การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิซ

2.1 ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิซต่อการเจริญเติบโตของฝรั่ง

จากผลการทดลองพบว่า อัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิซแก่ฝรั่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตในด้านความสูงต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นในช่วง 4 สัปดาห์แรกหลังให้พัมมิซ อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าการตอบสนองของฝรั่งในช่วงดังกล่าวมีน้อย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การตอบสนองของฝรั่งเป็นไปอย่างช้าๆ การแสดงผลของพัมมิซโดยเฉพาะซิลิคอนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักไม่ได้มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เป็นตัวกระตุ้นหรือแสดงผลร่วมกับธาตุอื่น ดังนั้นช่วงดังกล่าวจึงไม่ทำให้การเจริญเติบโตของพืชเกิดความแตกต่างกัน (Savant *et al.*, 1999; Nable *et al.*, 1990; ยงยุทธ, 2543) และหลังจากนั้นการเจริญเติบโตได้ค่อยๆ เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 5 กิโลกรัม โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง มีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การให้พัมมิซครั้งละน้อยมีผลทำให้พืชสามารถใช้ประโยชน์จากพัมมิซได้ดีกว่าการให้พัมมิซจำนวนมากในครั้งเดียว จากการรายงานของ Vorm (1980) พบว่า โดยกลไกทางสรีรของพืชแล้วหากมีธาตุใดธาตุหนึ่งในปริมาณมากนอกจากจะเป็นพิษต่อพืชแล้วยังทำให้พืชไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ และเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นปริมาณธาตุที่เป็นประโยชน์ในพัมมิซก็อาจถูกขับออกจากรากโดยกลไกบางอย่าง (Economakis *et al.*, 2001) อย่างไรก็ตามฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 5 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้น การขยายขนาดทรงพุ่มและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากกว่าฝรั่งที่ได้รับพัมมิซในอัตราอื่นๆ แต่อัตราการให้พัมมิซในระดับต่างๆ ไม่ได้ทำให้การเกิดกิ่งใหม่และจำนวนผลที่เกิดใหม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากฝรั่งมีการเจริญเติบโตในส่วนอื่นมากเกินไปทำให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์เพื่อเกิดกิ่งใหม่ถูกใช้มาก ส่งผลให้การเกิดกิ่งใหม่ถูกจำกัดจึงไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ (สมบุญ, 2538) ซึ่งผลดังกล่าวนี้ขัดแย้งกับผลของการทดลองที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าฝรั่งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นฝรั่งค่อนข้างมีอายุมากจึงทำให้การเจริญเติบด้าน vegetative part โดยเฉพาะการแตกกิ่งก้านสาขามีน้อย และเมื่อการแตกกิ่งก้านสาขามีน้อยโอกาสใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเกิดผลใหม่จึงน้อยตาม ซึ่งโดยธรรมชาติการเจริญเติบโตของฝรั่งการเกิดผลใหม่จะเกิดพร้อมๆ กับการแตกยอดอ่อน (ระเบียบ มาลากาญ, 2535; สรัสวดี, 2541)

2.2. ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิซต่อปริมาณคลอโรฟิลล์

อัตราของการให้พัมมิซแก่ฝรั่งมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ยกเว้น ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 และ 20 หลังการให้พัมมิซ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบซึ่งเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ในช่วงดังกล่าวส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจมากขึ้น (Berry and Raison, 1989)

2.3 ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิซต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลฝรั่ง

จากผลการทดลองพบว่า อัตราของการให้พัมมิซมีผลทำให้ฝรั่งที่ได้รับอัตราพัมมิซ 3 และ 5 กิโลกรัม มีน้ำหนักสดแตกต่างกับฝรั่งที่ไม่ได้รับพัมมิซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากอัตราของการให้พัมมิซมีผลทำให้การกระจายของตัวของซิลิคอนในวัสดุปลูกมีความสม่ำเสมอ(Achim and Thomas, 1998) และสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่พืชต้องการทำให้พืชดูดเอาธาตุอาหารไปใช้ได้มากขึ้น (Chen *et al.*, 2002) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผลมีความแตกต่างกัน โดยฝรั่งที่ได้รับอัตราพัมมิซ 5 กิโลกรัม แบ่งใส่ 3 ครั้ง มีน้ำหนักสด ขนาดผล วิตามินซี ความแน่นเนื้อ และปริมาณ water content มากกว่าต้นที่ไม่ได้รับพัมมิซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากซิลิคอนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพัมมิซเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการดูดธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของรากพืช (Eltez *et al.*, 1999) ทำให้พืชมีการดูดธาตุอาหารและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปยังผลได้มากขึ้น (Clark and Burge, 2000) ทำให้ผลมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นกว่าต้นที่ไม่ได้รับพัมมิซ (Economakis *et al.*, 2001; Watscher and Smith, 1993)

อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ พบว่า น้ำหนักแห้งของผลฝรั่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Chen *et al.* (2002) ที่พบว่า การเพิ่มซิลิคอนมีผลทำให้น้ำหนักผลผลิต และน้ำหนักแห้งผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น ซึ่งจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวต่อไป

จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในผลฝรั่งที่ได้รับพัมมิซในระดับต่างๆ พบว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 0 และ 1 กิโลกรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากพัมมิซในอัตราเข้มข้นมีผลต่อการดูดธาตุอาหารบางตัวมากหรือน้อยเกินไปจึงส่งผลต่อการสะสมปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และปริมาณของแข็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ละลายน้ำได้ Spencer and Koo (1962) กล่าวว่า การที่พืชได้รับแคลเซียมมากเกินไปอาจลดความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมและแมกนีเซียม ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดความแตกต่างดังกล่าว

2.4 ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิซต่อปริมาณการสะสมธาตุอาหารในฝรั่ง

2.4.1 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบฝรั่ง

อัตราของการให้พัมมิซในรูปอาหารเสริมในระดับต่างๆ มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งในใบและในผลมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ยกเว้นในช่วง 4 สัปดาห์แรก ปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการตอบสนองของฝรั่งที่มีต่อซิลิคอนหรือพัมมิซเป็นไปอย่างช้าๆ ดังนั้นช่วงดังกล่าวจึงไม่ทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนของพืชเกิดความแตกต่างกัน (Savant *et al.*, 1999; Nable *et al.*, 1990) และหลังจากนั้นปริมาณธาตุไนโตรเจนก็เริ่มมีความแตกต่างที่เด่นชัดขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในช่วงต่อจากนั้นเป็นช่วงที่ฝรั่งมีการแตกใบอ่อน ติดดอกออกผล ซึ่งโดยกระบวนการทางเมทตาบอริซึมแล้ว เอนไซม์จะเป็นตัวกระตุ้นให้มีการดูดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตขึ้นมาสะสมเพื่อใช้ในการขยายขนาดของเซลล์ (สมพร, 2541; Alva and Tucker, 1999)

2.4.2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบฝรั่ง

อัตราในการให้พัมมิซแก่ฝรั่งมีผลทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบฝรั่งมีความแตกต่างกันเฉพาะในช่วง 8 สัปดาห์หลังให้พัมมิซ ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากระยะของการเจริญเติบโตของพืชแต่ละต้น ซึ่งอยู่ในช่วงที่ฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโตในส่วนของกิ่งก้านสาขา จึงน่าจะมีความต้องการใช้ธาตุฟอสฟอรัสเพื่อการสร้างสารประกอบอื่นๆ ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต (ยงยุทธ, 2543) นอกจากนั้น ธาตุฟอสฟอรัสยังมีความจำเป็นต่อกระบวนการถ่ายทอดพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปยังส่วนอื่นๆ (Alva and Tucker, 1999) อีกประการหนึ่งซิลิคอนในพัมมิซยังเป็นตัวที่มีบทบาทในการเป็นตัวช่วยปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงไว้ในวัสดุปลูก (ยงยุทธ, 2543) ทำให้พืชสามารถดูดเอาฟอสฟอรัสไปสะสมไว้ในส่วนต่างของเซลล์พืชในช่วงดังกล่าวได้เร็วขึ้น (Marschner, 1985;1986)

2.4.3 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบฝรั่ง

อัตราของการให้พัมมิซไม่ได้ทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในทุกๆ ช่วงของการเจริญเติบโตของฝรั่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นธาตุที่มีประจุบวกเหมือนกัน จึงอาจเกิดการต่อต้านหรือแข่งขันกัน ทำให้ลดบทบาทของอีกธาตุ (ยุทธนา และคณะ, 2544; Spencer and Koo, 1962) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ปริมาณของแคลเซียมและแมกนีเซียมในทุกช่วงของการเจริญเติบโตมีมากพอสมควร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.4 ปริมาณแคลเซียม (%) ในใบฝรั่ง

อัตราของการให้พัมมิซแก่ฝรั่งมีผลต่อปริมาณธาตุแคลเซียมในฝรั่งอย่างเด่นชัดในทุกช่วงของการเจริญเติบโต ทั้งนี้เนื่องจากซิลิคอนในพัมมิซมีหน้าที่พิเศษคือเป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ เป็นตัวช่วยเสริมให้เซลล์พืชมีความแข็งแรง (ยงยุทธ, 2543; Idris *et al.*, 1975) โดยเสริมความแข็งแรงให้เซลล์พืชด้วยกระบวนการที่ประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังช่วยให้แคลเซียมมีการกระจายภายในเซลล์พืชได้มากขึ้น (Raven, 1983)

2.4.5 ปริมาณแมกนีเซียม (%) ในใบฝรั่ง

จากผลการทดลอง พบว่า พัมมิซซึ่งมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบหลักมีผลทำให้ปริมาณแมกนีเซียมของฝรั่งในแต่ละอัตราพัมมิซมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติในทุกช่วงของการทดลอง ซิลิคอนซึ่งมีหน้าที่ในการเสริมสร้างความแข็งแรงให้เซลล์พืช เป็นตัวกระตุ้นให้พืชมีการดูดแมกนีเซียมได้มากขึ้น เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์รวมทั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง การหายใจ (นิตย์, 2541) ธาตุอาหารที่สะสมในใบไปเลี้ยงผล เพราะว่าแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังใบอ่อนและผลอ่อนได้ง่าย (ยงยุทธ, 2540)

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมในผลฝรั่งในแต่ละระดับของพัมมิซแตกต่างกันในทางสถิติ นั้นหมายความว่าในช่วงดังกล่าว ผลฝรั่งยังต้องการใช้ธาตุเหล่านี้กระบวนการทางเมทตาบอริซึม โดยเฉพาะแล้วโพแทสเซียมที่มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (ยงยุทธ, 2540) และอาจมีความเป็นไปได้ว่า โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นธาตุที่มีประจุบวกเหมือนกัน จึงอาจเกิดการต่อต้านหรือแข่งขันกันทำให้ลดบทบาทของอีกธาตุหนึ่ง (Spencer and Koo, 1962) อย่างไรก็ตามอัตราพัมมิซไม่ได้ทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และ แมกนีเซียมในผลแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิซ 5 กิโลกรัม จะมีการสะสมปริมาณธาตุเหล่านี้มากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved