บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลอง พบว่า สายพันธุ์ของมะเขือเทศมีความแตกต่างในเรื่อง ความสูงต้น ความยาวกิ่งแขนงแรก พื้นที่ใบต่อต้น จำนวนช่อดอก จำนวนผล น้ำหนักผลสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักใบสด น้ำหนักใบแห้ง ความเข้มสีเขียว และเปอร์เซ็นต์อาการก้นผลเน่า โดยมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 มีความสูงต้น ความยาวกิ่งแขนงแรก จำนวนช่อดอก และจำนวนผล มากกว่ามะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 เนื่องจากมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 เป็นมะเขือเทศพันธุ์เลื้อยหรือพันธุ์ทอดยอด (indeterminate type) ไม่มีดอกที่ปลายยอด ส่วนของปลายยอดยังเจริญทางกิ่งก้านใบออกไปเรื่อยๆ (ไฉน, 2542) มีความสูงได้ถึง 6 - 10 ฟุต ตลอดฤดูกาลปลูก (Sandy, 2008) อีกทั้งมะเขือเทศประเภทนี้หากได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถเจริญเติบโตต่อเนื่องไปได้เรื่อยๆ ไม่สิ้นสุด ดังเช่นงาน Science World Fair Expo ปี ค.ศ.1985 จัดที่เมืองสึกุบะ ประเทศญี่ปุ่น แสดงการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ มะเขือเทศต้นเดียวมีกิ่งก้านสาขาแผ่กว้างคล้ายไม้ยืนต้นมีผลมากกว่า 10,000 ผล ซึ่งมะเขือเทศประเภทนี้เริ่มมีช่อดอกแรกประมาณข้อที่ 11 แล้วช่อดอกต่อไปเกิดทุกๆ 3 ข้อ และที่ข้อต่ำกว่าช่อดอกทุกช่อลงมาจะมีแขนงเกิดขึ้นทำให้เจริญเติบโตได้ไม่สิ้นสุด (กรุง, 2537) ส่วนมะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 มีพื้นที่ใบต่อต้น น้ำหนักผลสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักใบสด น้ำหนักใบแห้ง และเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการก้นผลเน่ามากที่สุด เนื่องจากพื้นที่ใบที่มากย่อมส่งผลให้น้ำหนักใบมากขึ้นไปด้วย จากการศึกษาของ Hendrik และ Carlo (1989) เรื่องการเจริญเติบโตของแตงกวาป่า 24 สายพันธุ์ พบว่า พื้นที่ใบรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักสดของใบ มะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 มีค่าน้ำหนักผลสดต่อต้นและน้ำหนักผลแห้งต่อต้นมากที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Heuvelink (2004) ว่ามะเขือเทศพันธุ์อุตสาหกรรม มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 70-100 กรัม ซึ่งมากกว่ามะเขือเทศพันธุ์บริโภคสดผลขนาดเล็กที่มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 10-20 กรัม ส่วนอาการก้นผลเน่าที่เกิดขึ้นในมะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 อาจเป็นผลเนื่องจากอัตราการขยายขนาดของผลและรูปร่างของผล ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของสายพันธุ์พืช และอาจเป็นผลเนื่องจากยีนที่ทำให้สายพันธุ์พืชมีความอ่อนแอต่อการแสดงอาการก้นผลเน่าแตกต่างกัน (Ho and White, 2005) อีกทั้งยังมีรูปร่างทรงไข่ (plum tomato) ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์มะเขือเทศที่นิยมใช้เพื่อแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร แต่มักมีความอ่อนไหวต่อการเกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการก้นผลเน่ามากกว่ามะเขือเทศพันธุ์อื่นๆ (Ho, 1999) ส่วนมะเขือเทศเชอร์รี่ (cherry tomato) ไม่เคยพบรายงานว่าเกิดอาการก้นผลเน่า (Ho, 1998) ถึงแม้ผลจากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในส่วนของลำต้น พบว่า มะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมมากกว่ามะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 แต่ยังมีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการก้นผลเน่ามากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากสายพันธุ์พืชมีความอ่อนแอต่ออาการก้นผลเน่าแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากการตอบสนองต่อปริมาณของธาตุแคลเซียมในท่อลำเลียงน้ำและอาหารที่ส่งไปยังส่วนปลายของผลแตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่ออาการก้นผลเน่า เมื่อได้รับแคลเซียมต่ำจะมีการตอบสนองเร็วกว่าพันธุ์ที่ไม่อ่อนแอต่ออาการก้นผลเน่า (Franco et al. 1994; Willumsen *et al*. 1996) จากรายงานของ Ho *et al*. (1992) ที่ศึกษาการให้สารละลายที่มีค่า EC 5, 10 และ 15 ms cm^{-1} แก่มะเขือเทศพันธุ์ Calypsoc และ พันธุ์ Spectra ซึ่งอ่อนแอต่อการแสดงอาการก้นผลเน่า เปรียบเทียบกับพันธุ์ Counter ซึ่งไม่อ่อนแอต่อการแสดงอาการก้นผลเน่า พบว่า สายพันธุ์ Calypsoc และ พันธุ์ Spectra มีปริมาณธาตุแคลเซียมในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของต้นน้อยกว่าพันธุ์ Counter เมื่อได้รับสารละลายธาตุอาหารความเข้มข้นต่ำ (EC 5 ms cm^{-1}) และเมื่อได้รับสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น (EC 10 ms cm^{-1}) ก็ยังพบว่ามีปริมาณธาตุแคลเซียมที่ส่วนปลายผลน้อยกว่าพันธุ์ Counter มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ Calypsoc แม้ว่าตอนแรกจำนวนท่อลำเลียงต่างๆที่ไปยังปลายผลมีจำนวนเท่ากัน แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้สูงขึ้น แล้วทำการย้อมสีท่อลำเลียงด้วย safranin กลับพบว่าพันธุ์ Calypsoc มีจำนวนท่อลำเลียงน้ำลดลงมาก อาจเป็นไปได้ว่าพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่ออาการก้นผลเน่ามีความต้องการปริมาณแคลเซียมในท่อลำเลียงน้ำที่มากกว่าในการพัฒนาของผล อีกทั้งเมื่อเกิดอาการก้นผลเน่ายังทำให้กระบวนการสร้างเอทธิลีนเกิดเร็วกว่าปกติ (Barker and Ready, 1994) จึงทำให้ผลหยุดการเจริญเติบโตและสุกเร็วกว่าปกติ (Ho and White, 2005)

มะเขือเทศที่ไม่ได้รับแคลเซียม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทำให้พื้นที่ใบต่อต้น จำนวนช่อดอก จำนวนผล น้ำหนักผลสดต่อต้น น้ำหนักผลแห้งต่อต้น น้ำหนักใบสด และน้ำหนักใบแห้ง น้อยกว่ากรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมทุกความเข้มข้น แสดงให้เห็นว่าแคลเซียมมีผลต่อการเจริญเติบโตดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจาก แคลเซียมมีส่วนในการเคลื่อนย้ายธาตุไนโตรเจน เพราะฉะนั้นเมื่อพืชไม่ได้รับแคลเซียมเลย จึงส่งผลให้พืชขาดธาตุไนโตรเจนตามไปด้วย แล้วเมื่อพืชขาดธาตุไนโตรเจน มักแสดงอาการชะงักการเจริญเติบโต และแสดงอาการคลอโรซิส (chlorosis) เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองประกอบของโครงสร้าง โครงสร้าง ซึ่งทำให้พืชเข้าสู่สภาวะเสื่อมตามอายุ เช่น คลอโรฟิลล์และโปรตีนสลายตัวเร็วขึ้น (สมบุญ, 2544 : ยงยุทธ, 2543) สอดคล้องกับการศึกษาของจักรินทร์และโสระยา (2549) ที่พบว่า รากของว่านสี่ทิศที่ได้รับแคลเซียม มีความเข้มข้นของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ธาตุไนโตรเจนมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับแคลเซียม ระดับความเข้มข้นของแคลเซียม 274 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มะเขือเทศมีน้ำหนักผลสดต่อต้น น้ำหนักผลแห้งต่อต้น มากที่สุด คือ 454.35 และ 32.81 กรัม ซึ่งจากการทดลองของ Hao and Papadopoulos (2004) พบว่า ธาตุแคลเซียมที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มะเขือเทศมีผลผลิตรวม และน้ำหนักผลแห้งเพิ่มขึ้น Robio *et al.* (2005) ศึกษาผลของธาตุแคลเซียมและโพแทสเซียมต่อคุณภาพผลผลิต และอัตราการเกิดอาการก้นผลเน่าในพริกหวาน พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลายที่เพิ่มขึ้น (0.2, 2, 4 และ 8 มิลลิโมล) ส่งผลให้ ผลผลิตรวมต่อต้น น้ำหนักผล คุณภาพของผล เพิ่มขึ้นตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเกิดจากการที่แคลเซียมช่วยส่งเสริมหรือสนับสนุนช่วยให้พืชสามารถดูดไนโตรเจนได้มากขึ้น เพราะไนโตรเจนเป็นคงประกอบสำคัญของโปรตีน ดังนั้นเมื่อพืชมีโปรตีนมากเซลล์พืชก็มีการขยายขนาดและปริมาณมากขึ้น ระดับความเข้มข้นของแคลเซียม 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ยังส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การแสดงอาการก้นผลเน่า ที่เกิดขึ้นมากที่สุดถึง 86.95 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาการขาดแคลเซียมในมะเขือเทศ ที่ได้รับสารละลายที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมลดลงจาก 2.9 มิลลิโมลต่อลิตร เป็น 0.29 มิลลิโมลต่อลิตร นาน 6 สัปดาห์ หลังจากการย้ายปลูกมาแล้ว 4 สับดาห์ พบว่าผลมะเขือเทศแสดงอาการก้นผลเน่าถึง 53 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนผลทั้งหมดเมื่อเก็บเกี่ยวหลังสัปดาห์ที่ 10 (Michaela *et al*. 2001)

การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระดับแคลเซียม มีผลต่อจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลสดต่อต้น และเปอร์เซ็นต์การแสดงอาการก้นผลเน่า โดยมะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 ที่ได้รับได้รับแคลเซียม 182 - 368 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีจำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนผลต่อต้น มากที่สุด ส่วนมะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 ที่ได้รับได้รับแคลเซียม 182 - 368 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้น้ำหนักผลสดต่อต้น มีค่าสูงสุด ยกเว้นในเรื่องของอาการก้นผลเน่า ซึ่งพบว่ามะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 ที่ได้รับได้รับแคลเซียม 182 - 368 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่แสดงอาการก้นผลเน่า ชี้ให้เห็นว่าการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ดังกล่าว สามารถใช้แคลเซียมที่ระดับต่ำสุดคือ 182 มิลลิกรัมต่อลิตรได้ โดยพืชไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติในด้านการเจริญเติบโตและอาการก้นผลเน่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แคลเซียมในระดับที่สูงกว่า ส่วนมะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 แสดงอาการก้นผลเน่าลดลงตามความเข้มข้นของแคลเซียมที่เพิ่มขึ้น อาจเกิดจากความแตกต่างของสายพันธุ์พืช ซึ่งเป็นผลเนื่องจากยีนที่ทำให้สายพันธุ์พืชมีอ่อนแอต่อการแสดงอาการก้นผลเน่าแตกต่างกัน (Ho and White, 2005) ทำให้พืชมีความสามารถในการดึงดูด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ธาตุแตกต่างกัน จากการศึกษาผลของอัตราส่วนความเข้มข้น (meq/l) ระหว่างโพแทสเซียมและแคลเซียม 4 ระดับ ได้แก่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ในสารละลาย ต่อการชักนำให้เกิดอาการก้นผลเน่าและอาการจุดสีทองของมะเขือเทศ 2 สายพันธุ์ ได้แก่พันธุ์ Monotaro และ June pink พบว่า เมื่ออัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างโพแทสเซียมและแคลเซียมต่ำ อัตราการเกิดอาการก้นผลเน่ามากกว่าอาการจุดสีทอง โดยเกิดขึ้นกับพันธุ์ June pink มากกว่า พันธุ์ Monotaro การดูดใช้ธาตุแคลเซียมเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างโพแทสเซียมและแคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 ซึ่งสามารถลดการเกิดอาการทั้งสองชนิดที่เกิดขึ้นได้ถึง 1 ส่วน 3 ในพันธุ์ Monotaro และ 1 ส่วน 2 ในพันธุ์ June pink เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ที่อัตราส่วน 0.5 (Nukaya *et al.* 1995) ในการทดลองนี้มะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 ที่ได้ความเข้มข้นของแคลเซียม ที่ระดับ 274 และ 368มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การเกิดอาการก้นผลเน่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ มะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 ที่ได้รับได้รับแคลเซียม 182 - 368 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แสดงอาการก้นผลเน่า ชี้ให้เห็นว่าการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ดังกล่าว สามารถใช้แคลเซียมที่ระดับต่ำสุดคือ 274 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า พันธุ์ของมะเขือเทศที่แตกต่างกันไม่ทำให้ระดับความเข้มข้นของแคลเซียมในผล และ ใบ แตกต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Nonami *et al.* (1995) พบว่ามะเขือเทศที่ทำการศึกษาสองสายพันธุ์ มีปริมาณการดูดใช้ธาตุแคลเซียมไม่แตกต่างกัน และ Hernandez *et al.* (2006) พบว่ามะเขือเทศ 5 สายพันธุ์ที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่าพันธุ์มีผลต่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมและโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อพืช โดยมะเขือเทศพันธุ์เอ็กซ์ตรา 390 มีความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมในผล, ลำต้น และโพแทสเซียมในผลสูงกว่ามะเขือเทศพันธุ์ทับทิมแดง T2021 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืชแตกต่างกันไปตามพันธุ์ จากการศึกษาของ Dumas (1960) พบว่ากล้วย 3 พันธุ์ มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่สะสมในใบแตกต่างกัน โดยกล้วยพันธุ์ Petite Naine มีโพแทสเซียมอยู่ประมาณ 3.6 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ Poyo มีโพแทสเซียมอยู่ประมาณ 4.0 เปอร์เซ็นต์ และ พันธุ์ Gros Michel มีโพแทสเซียมอยู่ประมาณ 4.3 - 5.8 เปอร์เซ็นต์ จึงอาจกล่าวได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ว่าจีโนไทป์ของพืชแต่ละชนิดมีอิทธิพลในการกำหนดความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมในพืช

การที่ได้รับระดับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในสารละลายที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมใน ส่วนของผล , ใบ และลำต้นของมะเขือเทศเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยระดับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม 368 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในส่วนต่างๆมีมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ ชมัยพร (2553) ที่พบว่า ใบและรากของกล้วยไม้แวนด้า ที่ได้รับแคลเซียมในระดับที่เพิ่มขึ้นจาก 0 – 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีแคลเซียมใบและรากมากที่สุด จากการทดลองความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในส่วนของผลมีน้อยกว่าส่วนของใบและลำต้น การเพิ่มความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในสารละลายมีผลทำให้ธาตุแคลเซียมในใบเพิ่มขึ้น แต่มักไม่กระทบกับอวัยวะที่มีการคายน้ำน้อยเช่นผล เนื่องจากในส่วนของผลพืชต้องควบคุมความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมไว้ให้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ เพื่อให้เซลล์ในอวัยวะดังกล่าวขยายขนาดได้อย่างรวดเร็วและเยื่อให้มีสภาพซึมได้สูง (ยงยุทธ, 2543) สอดคล้องกับ Nonami. H *et al*. (1995) ที่พบว่า มะเขือเทศมีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม ในผลน้อยกว่า ส่วนของ ลำต้น ใบ และราก ส่วนความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมและโพแทสเซียมในส่วนของผล ใบ และลำต้นของมะเขือเทศ ในกรรมวิธีที่ไม่ได้รับแคลเซียมเลย พบว่า ปริมาณธาตุแมกนีเซียมและโพแทสเซียมมีมากกว่ากรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมทั้งสามระดับ ระดับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมที่เพิ่มขึ้น กลับส่งผลให้ธาตุแมกนีเซียมในส่วนของ ผล ใบ และลำต้น มีแนวโน้มลดลง ส่วนโพแทสเซียมในส่วนของใบ และลำต้น ก็มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับ Supanjani *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาผลของแคลเซียมต่อปริมาณผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหาร ในลำต้นเบญจมาศที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยให้ความเข้มข้นของแคลเซียม เพิ่มขึ้นจาก 10 ถึง 70 มิลลิโมล พบว่า เมื่อปริมาณแคลเซียมในสารละลายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณแมกนีเซียมทั้งในใบและดอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Tuna *et al.* (2005) ศึกษาผลของธาตุแคลเซียมซัลเฟตต่ออัตราการดูดใช้ธาตุอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลายที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในใบ และรากลดลง เนื่องจากธาตุเหล่านี้เป็นประจุบวกสองเหมือนกัน อัตราการดูดใช้จึงลดลงมากหากมีแคลเซียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไอออนในสารละลายสูง เพราะไอออนของธาตุแสดงสภาวะปฏิปักษ์ต่อการดูดใช้ซึ่งกันและกัน (ยง ยุทธ, 2543)

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระดับของแคลเซียม มีผลต่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมในผลและใบ ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบและลำต้น ซึ่งผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระดับของแคลเซียมต่อการดูดใช้ธาตุอาหารนั้น อาจเกิดจากพันธุกรรมของพืชเอง ที่มีผลต่อการแสดงออกของพืช (Loomis และ Williams. 1963 อ้างโดย ประวิตร และ สายันห์, 2553)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved