

ผลของจิบเบอเรลลิกแอซิดต่อการติดผลและการพัฒนาของผล
ของมะเขือเทศสายพันธุ์การค้าที่ปลูกในฤดูร้อนในสภาพกระถางปลูก
Effect of Gibberellic Acid (GA₃) on Fruit Set and Fruit Development
of Commercial Variety Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)
Grown in Pot under Summer Condition

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย* เพชรรัตน์ พรหมทา และรจนา ร่วมใจ

Nitipat Pattanachatchai*, Petcharat Promata and Rotjana Ruamjai

คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand 32000

*Corresponding author: pattanachatchai@gmail.com

Received: September 22, 2019

Revised: December 25, 2019

Accepted: January 8, 2020

Abstract

This research aimed to carify the effect of spraying gibberellic acid (GA₃) at different concentrations at anthesis stages on fruit setting and fruit development of F₁-hybrid tomato cv Ranger grown in pot under summer condition. The experiment was arranged under growing house which was covered by white nylon screen and was replicated 5 times. The first factor was stage of GA₃ spraying (0, 2 and 4 day after fullbloom, DAFB) and the second factor was concentration of GA₃ (0, 50, 100 and 200 mg/l). It was conducted at the Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University during February to June, 2017. Results showed that spraying 100 mg/l GA₃ at 0 DAFB significantly affected the highest mean of fruit fresh weight per fruit (52.39 g) and pulp thickness (0.67 cm), as spraying of 200 mg/l GA₃ at 0 DAFB (0.68 cm), 0 mg/l GA₃ (0.73 cm) and 100 mg/l GA₃ (0.70 cm) at 4 DAFB showed insignificantly affected pulp thickness. However, spraying of 0 mg/l GA₃ at 0 DAFB significantly affected endocarp+placenta+seeds fresh weight (9.37 g). Pulp fresh weight (23.81 g) and fruit fresh weight per inflorescence (32.64 g) were affected by spraying of 100 mg/l GA₃ at 4 DAFB. Fruits number per inflorescence showed no interaction between stage of spraying and concentration. Spraying of GA₃ at any concentration was significantly enhanced fruit number per inflorescence at 2 DAFB (1.79 fruit). Mooreover, it was found out that spraying of 50 mg/l GA₃ (1.79 fruit) and 100 mg/l GA₃ (1.72 fruit) showed significantly increased fruit number per inflorescence over the rest concentrations.

Keywords: gibberellic acid, tomato, fruit setting, fruit development, summer

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงผลของระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นจิบเบอเรลลินแก๊ซ (GA₃) ต่อมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ ในแต่ละระยะการบานของดอกที่มีผลต่อการติดผลและการพัฒนาของผลในฤดูร้อนในสภาพกระถางปลูก จัดสิ่งทดลองด้วยวิธีแฟคทอเรียล 3X4 ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 2 ปีวิจัย ได้แก่ ระยะการฉีดพ่น 3 ระยะ คือ 0 วัน (วันที่ดอกบาน) หลังดอกบาน 2 และ 4 วัน และระดับความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 200 มก./ลิตร แต่ละสิ่งทดลองทำ 5 ซ้ำ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ภายใต้อาคารโรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายไนลอนสีขาว ฉนวนกันแสงและอุณหภูมิอากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พบว่าการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ในระยะดอกบาน มีผลต่อน้ำหนักสดต่อผลเฉลี่ยสูงสุด (52.39 กรัม) และความหนาของเนื้อผลเฉลี่ยสูงสุด (0.67 ซม.) ซึ่งความหนาของเนื้อผลที่เพิ่มขึ้นสูงสุดดังกล่าวไม่แตกต่างจากการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 200 มก./ลิตร ในระยะดอกบาน (0.68 ซม.) และการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 0 มก./ลิตร (0.70 ซม.) และ 100 มก./ลิตร (0.70 ซม.) ในระยะหลังดอกบาน 4 วัน อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 0 มก./ลิตร ในระยะดอกบานมีผลต่อน้ำหนักสดของผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด (9.37 กรัม) ทั้งนี้การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ในระยะหลังดอกบาน 4 วัน มีผลต่อน้ำหนักสดของเนื้อผลเฉลี่ยสูงสุด (23.81 กรัม) และน้ำหนักสดของผลต่อช่อดอกเฉลี่ยสูงสุด (32.64 กรัม) ระยะการฉีดพ่นและระดับความเข้มข้นไม่แสดงปฏิสัมพันธ์ต่อจำนวนผลต่อช่อดอก การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ในระยะหลังดอกบาน 2 วัน เป็นระยะที่ช่วยเพิ่มจำนวนผลต่อช่อดอกได้มากที่สุด (1.79 ผล) นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 50 มก./ลิตร (1.79 ผล) และ 100 มก./ลิตร (1.72 ผล)

เป็นระดับความเข้มข้นที่ช่วยเพิ่มจำนวนผลต่อช่อดอกได้มากที่สุด

คำสำคัญ: จิบเบอเรลลินแก๊ซ มะเขือเทศ การติดผล การพัฒนาของผล ฤดูร้อน

คำนำ

การผลิตมะเขือเทศในฤดูร้อน ซึ่งเป็นฤดูปลูกที่ไม่เหมาะสมมากที่สุด แต่ความต้องการในการบริโภคมะเขือเทศในฤดูร้อนยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้ราคาผลผลิตในช่วงปลายฤดูร้อนค่อนข้างสูง (Kasetsart University, 2016) เนื่องจากปัญหาอัตราการติดผลต่ำและผลหลุดร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (Sritathanee, 1997) ซึ่งระดับอุณหภูมิกลางวันที่สูงกว่า 32°C. และอุณหภูมิกกลางคืนสูงกว่า 22°C. ทำให้การติดผลของมะเขือเทศลดลง (Kuo *et al.*, 1978) และ Sasaki *et al.* (2005) ยังพบว่ามะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิสูงในเวลากลางวัน 34°C. และเวลากลางคืน 20°C. มีผลต่อการลดการติดผลของมะเขือเทศ ซึ่งอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำอย่างรุนแรง ส่งผลต่อการติดผลและคุณภาพของผลที่ลดลง (Gelmesa *et al.*, 2012) การใช้จิบเบอเรลลินแก๊ซในระดับความเข้มข้นต่ำช่วยส่งเสริมการติดผลในมะเขือเทศ (Sasaki *et al.*, 2005; Khan *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังสามารถชักนำให้มีจำนวนผลต่อต้นมากกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้รับสาร (Khan *et al.*, 2006) และแสดงบทบาทในการป้องกันการไม่พัฒนาของดอกที่ปฏิสนธิแล้ว เนื่องจากได้รับความเข้มของแสงต่ำ (Nester and Zeevaart, 1998) ซึ่งผลการศึกษาในมะเขือเทศหลายพันธุ์ พบว่ามีการตอบสนองด้านจำนวนผลที่เพิ่มขึ้น (Naeem *et al.*, 2001; Gelmesa *et al.*, 2012; Kazemi, 2014; Kumar *et al.*, 2014)

จิบเบอเรลลินแก๊ซ มีกลไกการออกฤทธิ์ในการส่งเสริมการยืดยาวของเซลล์และชักนำการสร้างดอก โดยการทำลายการพักตัวของตาดอก (Cutler and Schneider, 1990) โดยกลไกสำคัญที่ทำให้เซลล์ยืดยาว

คือ การเพิ่มสภาพความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ จากนั้นจึงเกิดการแยกสลายด้วยน้ำของแป้งไปเป็นน้ำตาล ส่งผลในการลดค่า Water potential ภายในเซลล์ เป็นผลให้น้ำเคลื่อนเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้นทำให้เซลล์ยืดยาว (Arteca, 1996) นอกจากนี้แล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการติดผล การเจริญเติบโตของผล และการขยายขนาดของผล (Moore *et al.*, 1995) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของระยะการฉีดพ่นจิบเบอเรลลิกแอซิดในแต่ละระยะการบานของดอกด้วยระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อการติดผลและการพัฒนาผลมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ในฤดูร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ ดำเนินการภายใต้โรงเรือนขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 6x12x3.50 เมตร ที่คลุมด้วยมุ้งไนลอนสีขาว ซึ่งใช้สำหรับป้องกันแมลงโดยทั่วไป โดยปลูกมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ลูกผสม F₁ จากต้นกล้าอายุ 25 วัน จำนวน 1 ต้นต่อกระถางชนิดพลาสติกสีดำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 20 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ แกลบดิบ กาบมะพร้าว ปุ๋ยคอกจากมูลโคและดินร่วนในอัตราส่วน 1:1:1:0.5 โดยปริมาตร ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองกันหลุมปลูกอัตรา 2.13 กรัมต่อกระถาง (30 กก./ไร่) หลังย้ายปลูก 7 วัน ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 เป็นปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1 อัตรา 1.07 กรัมต่อกระถาง (15 กก./ไร่) หลังย้ายปลูก 21 วัน ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 เป็นปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2 อัตรา 2.13 กรัมต่อกระถาง (30 กก./ไร่) หลังย้ายปลูก 40 วัน ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 เป็นปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 3 อัตรา 2.13 กรัมต่อกระถาง (30 กก./ไร่) และหลังย้ายปลูก 60 วัน ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 เป็นปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 4 อัตรา 2.13 กรัมต่อกระถาง (30 กก./ไร่) ดำเนินการวิจัย ณ โรงเรือนปลูกพืช คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 จัดสิ่งทดลองด้วยวิธีแฟคทอเรียล 3X4 ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial 3X4 in CRD) จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ระยะการฉีดพ่น GA₃ 3 ระยะ (ระยะวันที่ดอกบานหรือหลังดอกบาน 0 วัน หลังดอกบาน 2 และ 4 วัน) และระดับความเข้มข้นของ GA₃ 4 ระดับ (0, 50, 100 และ 200 มก./ลิตร) จำนวน 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้จำนวน 7 ดอก ที่สุ่มได้จาก 4 ซ่อดอกต่อต้น ฉีดพ่นด้วยเครื่องทำละอองสารละลาย (Atomizer) ชนิดอัดแรงดันด้วยมือจำนวน 1 ครั้ง บันทึกลักษณะต่างๆ ของผลเมื่อ สีสผิวของผลเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีส้มแดงทั่วทั้งผล ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว ได้แก่ น้ำหนักต่อผล อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างผล ความหนาเนื้อผล น้ำหนักสดของผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ด น้ำหนักสดเนื้อผล อัตราส่วนน้ำหนักสดเนื้อผลต่อผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อผล จำนวนผลต่อช่อดอก และน้ำหนักผลต่อช่อดอก GA₃ ที่ใช้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นละลายน้ำที่มีสารออกฤทธิ์ 2 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักโดยปริมาตร (2%W/V SL) ซึ่งต้องทำการเจือจางให้ได้ระดับ ความเข้มข้นตามที่กำหนดโดยใช้สมการ ดังนี้

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายความเข้มข้นสูง
 V_1 = ปริมาตรของสารละลายความเข้มข้นสูงที่ต้องใช้
 C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายความเข้มข้นสูงที่ต้องการ
 V_2 = ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายเจือจางที่ต้องการ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีการของ Duncan's New Multiple Range Test

ผลการวิจัย

น้ำหนักสดต่อผล ปัจจัยที่ทำการศึกษากันทั้ง สอง ปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์กันต่อน้ำหนักสดต่อผลโดยการฉีดพ่น ช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ในระยะ ดอกบานมีผลต่อน้ำหนักสดต่อผลสูงที่สุดเท่ากับ 52.39 กรัม ซึ่งมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันกับการฉีดพ่น ช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 50 มก./ลิตร ในระยะหลัง ดอกบาน 2 วัน ที่มีน้ำหนักสดต่อผลเท่ากับ 51.23 กรัม ส่วนการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 50 และ 200 มก./ลิตร ในระยะดอกบานมีผลต่อน้ำหนักสดต่อ ผลต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 24.61 และ 31.40 กรัม ตามลำดับ (Table 1)

น้ำหนักสดของผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและ เมล็ด ปัจจัยที่ทำการศึกษากันทั้งสองปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์กัน ต่อน้ำหนักสดของผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ด โดยการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 0 มก./ลิตร ในระยะดอกบานมีผลต่อน้ำหนักสดของลักษณะดังกล่าว สูงที่สุดเท่ากับ 9.37 กรัม ส่วนการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 0 มก./ลิตร ในระยะหลังดอกบาน 2 และ 4 วัน และ GA₃ ความเข้มข้น 200 มก./ลิตร ในระยะหลัง ดอกบาน 4 วัน มีผลต่อน้ำหนักสดของผนังผลชั้นในรวม พลาเซนตาและเมล็ดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ คือ 8.73, 8.92 และ 8.51 กรัม ตามลำดับ (Table1)

Table 1 Fruit fresh weight and endocarp+placenta+seeds fresh weight as affected by concentration and spraying time of GA₃ application

Treatments	Fruit fresh weight per fruit (g)	Endocarp+placenta+seeds fresh weight (g)
0 DAFB+0 mg/l GA ₃	32.75bc	9.37a
0 DAFB+50 mg/l GA ₃	24.61c	6.71e
0 DAFB+100 mg/l GA ₃	52.39a	8.31bc
0 DAFB+200 mg/l GA ₃	31.40c	6.68e
2 DAFB+0 mg/l GA ₃	36.18abc	8.73ab
2 DAFB+50 mg/l GA ₃	51.23ab	7.75cd
2 DAFB+100 mg/l GA ₃	43.52abc	8.08bc
2 DAFB+200 mg/l GA ₃	35.98abc	6.43e
4 DAFB+0 mg/l GA ₃	41.17abc	8.92ab
4 DAFB+50 mg/l GA ₃	39.57abc	7.01de
4 DAFB+100 mg/l GA ₃	36.53abc	6.73e
4 DAFB+200 mg/l GA ₃	38.44abc	8.51ab

Table 1 (Continued)

Treatments	Fruit fresh weight per fruit (g)	Endocarp+placenta+seeds fresh weight (g)
Main factor: A		
0 DAFB	35.29	7.77
2 DAFB	41.73	7.75
4 DAFB	38.93	7.79
Main factor: B		
0 mg/l GA ₃	36.70	9.01a
50 mg/l GA ₃	38.47	7.16c
100 mg/l GA ₃	44.33	7.71b
200 mg/l GA ₃	35.27	7.20c
A X B	*	**
A	ns	ns
B	ns	**
%CV	33.51	8.38

ns = not significant different

Means within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ by DMRT.

ความหนาของเนื้อผล ปัจจัยที่ทำการศึกษานี้ทั้งสองปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์กันต่อความหนาของเนื้อผลโดยการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 100 และ 200 มก./ลิตร ในระยะดอกบาน มีความหนาของเนื้อผลมากที่สุดเท่ากับ 0.67 และ 0.68 ซม. ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 0 และ 100 มก./ลิตร ในระยะหลังดอกบาน 4 วัน มีความหนาของเนื้อผลเท่ากันคือ 0.70 ซม. (Table 2)

น้ำหนักสดของเนื้อผล ปัจจัยที่ทำการศึกษานี้ทั้งสองปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์กันต่อน้ำหนักสดของเนื้อผล โดยการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ในระยะหลังดอกบาน 4 วัน มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักสดได้สูงที่สุดเท่ากับ 23.81 กรัม ในขณะที่การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ในทุกระดับความเข้มข้นและทุกระยะการฉีดพ่นอื่นๆ มีน้ำหนักสดของเนื้อผลต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Pulp thickness and pulp fresh weight as affected by concentration and spraying time of GA₃ application

Treatments	Pulp thickness (cm)	Pulp fresh weight (g)
0 DAFB+0 mg/l GA ₃	0.61bc	19.86c
0 DAFB+50 mg/l GA ₃	0.42g	14.88g
0 DAFB+100 mg/l GA ₃	0.67a	18.75d
0 DAFB+200 mg/l GA ₃	0.68a	14.66g
2 DAFB+0 mg/l GA ₃	0.58cd	18.87d
2 DAFB+50 mg/l GA ₃	0.53e	19.69c
2 DAFB+100 mg/l GA ₃	0.52ef	14.98g
2 DAFB+200 mg/l GA ₃	0.49f	16.55f
4 DAFB+0 mg/l GA ₃	0.70a	21.11b
4 DAFB+50 mg/l GA ₃	0.56de	17.87e
4 DAFB+100 mg/l GA ₃	0.70a	23.81a
4 DAFB+200 mg/l GA ₃	0.63b	18.52de
Main factor: A		
0 DAFB	0.59b	17.02c
2 DAFB	0.53c	17.56b
4 DAFB	0.65a	20.34a
Main factor: B		
0 mg/l GA ₃	0.63a	19.95a
50 mg/l GA ₃	0.51c	17.46c
100 mg/l GA ₃	0.63a	19.24b
200 mg/l GA ₃	0.59b	16.58d
A X B	**	**
A	**	**
B	**	**
%CV	5.00	2.96

Means within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.01$ by DMRT.

จำนวนผลต่อช่อดอก ปัจจัยที่ทำการศึกษาทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อจำนวนผลต่อช่อดอก การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ในระยะหลังดอกบาน 2 วัน มีผลต่อจำนวนผลต่อช่อดอกแตกต่างจากการฉีดพ่นในระยะดอกบานและหลังดอกบาน 4 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.79, 1.57 และ 1.47 ผล ตามลำดับ สำหรับการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 50 และ 100 มก./ลิตร มีจำนวนผลต่อช่อดอกไม่แตกต่างกัน คือ 1.79 และ 1.72 ผล ตามลำดับ ซึ่งเป็นจำนวนผลที่มากกว่าการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 200 และ 0 มก./ลิตร คือ 1.58 และ 1.35 ผล ตามลำดับ (Table 3)

น้ำหนักสดของผลต่อช่อดอก ปัจจัยที่ทำการศึกษาทั้งสองปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์กันต่อน้ำหนักสดของผลต่อช่อดอก โดยการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ความเข้มข้น 0 และ 100 มก./ลิตร ในระยะหลังดอกบาน 4 วัน มีน้ำหนักสดของผลต่อช่อดอกสูงที่สุด คือ 32.00 และ 32.64 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ในทุกระดับความเข้มข้นและทุกระยะการฉีดพ่นอื่นๆ มีน้ำหนักสดของผลต่อช่อดอกต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3)

Table 3 Fruit number per inflorescence and fruit weight per inflorescence as affected by concentration and spraying time of GA₃ application

Treatments	Fruit number per inflorescence (fruit)	Fruit weight per inflorescence (g)
0 DAFB+0 mg/l GA ₃	1.32	24.53bc
0 DAFB+50 mg/l GA ₃	1.47	20.57fg
0 DAFB+100 mg/l GA ₃	1.83	25.17b
0 DAFB+200 mg/l GA ₃	1.67	19.25g
2 DAFB+0 mg/l GA ₃	1.47	21.26ef
2 DAFB+50 mg/l GA ₃	2.24	23.52cd
2 DAFB+100 mg/l GA ₃	1.80	22.01ef
2 DAFB+200 mg/l GA ₃	1.67	22.66de
4 DAFB+0 mg/l GA ₃	1.27	32.00a
4 DAFB+50 mg/l GA ₃	1.67	24.51bc
4 DAFB+100 mg/l GA ₃	1.53	32.64a
4 DAFB+200 mg/l GA ₃	1.40	24.65bc
Main factor: A		
0 DAFB	1.55ab	22.38b
2 DAFB	1.79a	22.41b
4 DAFB	1.47b	28.45a

Table 3 (Continued)

Treatments	Fruit number per inflorescence (fruit)	Fruit weight per inflorescence (g)
Main factor: B		
0 mg/l GA ₃	1.32b	25.96a
50 mg/l GA ₃	1.79a	22.87b
100 mg/l GA ₃	1.72a	26.63a
200 mg/l GA ₃	1.58ab	22.19b
A X B	ns	**
A	*	**
B	*	**
%CV	26.87	4.61

ns = not significantly different

Means within column with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ by DMRT.

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA₃ ในระยะวันที่ดอกบาน ด้วยระดับความเข้มข้น 100 มก./ลิตร มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักสดต่อผลของมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ได้เฉลี่ยสูงที่สุด เนื่องจากในระยะวันที่ดอกบานการถ่ายเรณูอาจเกิดขึ้นแล้วตั้งแต่ระยะที่ดอกยังไม่บานเต็มที่ เพราะมะเขือเทศเป็นพืชผสมตัวเอง (Serrani *et al.*, 2007) ซึ่งการถ่ายเรณูชักนำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ GA₃ ภายในรังไข่ (Koshioka *et al.*, 1994) นอกจากนี้แล้วยังพบว่าระดับความเข้มข้นของออกซินภายในรังไข่เพิ่มขึ้นภายใน 28 ชั่วโมง หลังจากการให้จิบเบอเรลลิน ซึ่งในระยะต่อมาออกซินสามารถกระตุ้นชีวสังเคราะห์ของจิบเบอเรลลิน (Koshioka *et al.*, 1994) ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนพืชทั้งสองชนิด ดังกล่าว จึงส่งผลโดยตรงต่อการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของเซลล์ (Moore *et al.*, 1995) จึงมีผลในการเพิ่มน้ำหนักสดต่อผล อย่างไรก็ตามการตอบสนองของมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ลิตร เป็นระดับที่สูงกว่าผลการศึกษาในมะเขือเทศ

พันธุ์ Golden ที่ระดับ 50 มก./ลิตร (Kumar *et al.*, 2014) และพันธุ์ Roma ที่ระดับ 60 มก./ลิตร (Naeem *et al.*, 2001) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการพัฒนาของผลมะเขือเทศที่ใช้เป็นพืชทดลองในครั้งนี้ เจริญเติบโตในสภาพที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันสูงถึง 35.64°C. ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการติดผลและพัฒนาของผล เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงมากดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพของผลที่ลดลง (Gelmesa *et al.*, 2012) สำหรับการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น (0 มก./ลิตร) ในระยะวันที่ดอกบาน มีผลต่อน้ำหนักสดของผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของลักษณะดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากออกซินและจิบเบอเรลลิน ที่มีความสัมพันธ์ในการควบคุมกันเองในช่วงแรกของการพัฒนาของผล (de Jong *et al.*, 2009) ประกอบกับระยะที่ดอกบานเต็มที่แล้วอาจเกิดการถ่ายเรณูสำเร็จแล้ว จึงมีผลในการชักนำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ GA₃ ภายในรังไข่ (Koshioka *et al.*, 1994) จึงมีผลต่อการส่งเสริมการยืดยาวของเซลล์ (Srivastava, 2002) ในขณะที่ออกซินที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการพัฒนาของผล มีผลต่อการแบ่งเซลล์ในบริเวณพลาเซนตา ผนังกัน และเมล็ด

เนื่องจากบทบาทสำคัญของออกซินต่อการกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ (Davies, 1995)

การฉีดพ่น GA_3 ในระยะหลังดอกบาน 4 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ลิตร และการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่นมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักสดของเนื้อผลและน้ำหนักผลต่อช่อดอกเฉลี่ยสูงที่สุด เนื่องจากในระยะหลังดอกบาน 4 วัน การถ่ายเรณูและการปฏิสนธิได้เกิดขึ้นแล้วในระหว่าง 2 ถึง 6 วัน หลังดอกบาน เป็นผลให้มีระดับความเข้มข้นของออกซินและจิบเบอเรลลินที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Mapelli *et al.*, 1978) ซึ่งฮอร์โมนพืชทั้งสองชนิดร่วมกับ GA_3 ที่ให้จากภายนอก อาจเป็นระดับความเข้มข้นร่วมกันที่ส่งเสริมการเพิ่มน้ำหนักสดของเนื้อผลและน้ำหนักผลต่อช่อดอกได้ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาที่มีมาก่อนในมะเขือเทศพันธุ์ Roma (Naeem *et al.*, 2001) พันธุ์ Hyb-SC-3 และ Hyb-Himalata (Khan *et al.*, 2006) และพันธุ์ Golden (Kumar *et al.*, 2014) ซึ่งตอบสนองในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 100 มก./ลิตร การฉีดพ่น GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 100 มก./ลิตร มีผลต่อการเพิ่มจำนวนผลต่อช่อดอกเฉลี่ยสูงที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาในมะเขือเทศพันธุ์ Fetan (Gelmesa *et al.*, 2012) และพันธุ์ Tivi F₁ (Kazemi, 2014) แสดงให้เห็นว่าในระยะหลังดอกบาน 4 วัน การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA_3 ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ให้ผลไม่แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA_3 ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่า 100 มก./ลิตร มีผลต่อน้ำหนักสดของผลต่อช่อดอกที่ต่ำกว่า

จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ที่ถูกใช้เป็นพืชทดลอง มีการตอบสนองด้านจำนวนผลต่อช่อดอกในระดับความเข้มข้นค่อนข้างสูง นอกจากนี้แล้วยังพบอีกว่าการฉีดพ่น GA_3 ในระยะหลังดอกบาน 2 วัน มีผลต่อจำนวนผลต่อช่อดอก เนื่องจากในระยะดังกล่าวการถ่ายเรณูชักนำให้มีการเพิ่มขึ้นของ

ปริมาณ GA_3 ในรังไข่ (Koshioka *et al.*, 1994) ในขณะเดียวกันระดับความเข้มข้นของออกซินยังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากดอกบาน (Mapelli *et al.*, 1978) ซึ่งการติดผลขึ้นอยู่กับความสำเร็จของการถ่ายเรณูและการปฏิสนธิที่เกิดขึ้นตามลำดับ (Gillaspy *et al.*, 1993) สอดคล้องกับผลการศึกษาในมะเขือเทศพันธุ์ Small Fry ที่ตรวจพบการเพิ่มขึ้นของระดับออกซินในช่วงแรกของการพัฒนาของผลจนถึงระดับสูงสุดเมื่อผลมีอายุ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน (Abdel-Rahman *et al.*, 1975) นอกจากนี้ยังพบว่า GA_3 ความเข้มข้น 50 และ 100 มก./ลิตร เป็นระดับที่ช่วยส่งเสริมการเพิ่มจำนวนผลต่อช่อดอกได้ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sasaki *et al.* (2005) และ Khan *et al.* (2006) ที่พบว่าการใช้จิบเบอเรลลินในมะเขือเทศความเข้มข้นต่ำช่วยส่งเสริมการติดผลของมะเขือเทศ แต่เมื่อระดับความเข้มข้น 200 มก./ลิตร มีแนวโน้มลดจำนวนผลต่อช่อดอก ซึ่งระดับความเข้มข้นของออกซินและจิบเบอเรลลินที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังดอกบาน 2 ถึง 6 วัน (Mapelli *et al.*, 1978) อาจแสดงผลร่วมกับระดับความเข้มข้นที่ให้จากภายนอกจึงมีผลต่อการลดจำนวนผลต่อช่อดอก

การฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA_3 หลังดอกบาน 2 วัน มีผลต่อจำนวนผลต่อช่อดอกมากที่สุดและเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับความเข้มข้นพบว่า GA_3 ความเข้มข้น 50 มก./ลิตร เป็นระดับที่มีผลต่อจำนวนผลต่อช่อดอกมากที่สุด สำหรับการพัฒนาของผลหลังจากการติดผล พบว่าการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA_3 ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ในระยะดอกบาน ช่วยส่งเสริมให้มีน้ำหนักสดต่อผล และความหนาของเนื้อผลมากที่สุด อย่างไรก็ตามลักษณะทางการตลาดที่สำคัญคือ น้ำหนักของผลต่อช่อดอก พบว่าการฉีดพ่นช่อดอกด้วย GA_3 ความเข้มข้น 0 มก./ลิตร หลังดอกบาน 4 วัน เป็นระดับความเข้มข้นและระยะการฉีดพ่นที่แนะนำ สำหรับการผลิตมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ในฤดูร้อนในสภาพกระถางปลูก เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่สนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

- Abdel-Rahman, M., T.H. Thomas, G.J. Doss and L. Howell. 1975. Changes in endogenous plant hormones in cherry tomato fruit during development and maturation. **Physiol. Plantarum.** 34(1): 39-43.
- Arteca, R.N. 1996. **Plant Growth Substances: Principles and Applications.** New York: Chapman & Hall. 332 p.
- Cutler, H.G. and B.A. Schneider. 1990. **Plant Growth Regulator Handbook.** 3rd ed. Ithaca, NY: Plant Growth Regulator Society of America. 146 p.
- Davies, P.J. 1995. **Plant Hormones Physiology, Biochemistry and Molecular Biology.** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic. 833 p.
- de Jong, M., M. Celestina and W.H. Vriezen. 2009. The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. **J. Exp. Bot.** 60(5): 1523-1532.
- Gelmesa, D., B. Abebie and L. Desalegn. 2012. Regulation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit setting and earliness by gibberellic acid and 2,4-dichlorophenoxy acetic acid application. **African J. Biot.** 11(51): 11200-11206.
- Gillaspy, G., H. Ben-David and W. Gruissem. 1993. Fruits: a developmental perspective. **The Plant Cell** 5(10): 1439-1451.
- Kasetsart University. 2016. **Tomato Growing.** [Online]. Available <http://www.ku.ac.th/e-magazine/nov49/agri/lycopersicon.htm> (13 December 2016). [in Thai]
- Kazemi, M. 2014. Effect of gibberellic acid and potassium nitrate spray on vegetative growth and reproductive characteristics of tomato. **J. Biol. Environ. Sci.** 8(22): 1-9.
- Khan, J.M., A.C. Gautam, F. Mohammad, M.H. Siddigui, M. Naeem and M.N. Khan. 2006. Effect of gibberellic acid spray on performance of tomato. **Turk. J. Biol.** 30: 11-16.
- Koshioka, M., T. Nishijima, H. Yamazaki, Y. Liu, M. Nonaka and L.N. Mander. 1994. Analysis of gibberellins in growing fruits of *Lycopersicon esculentum* after pollination or treatment with 4-chlorophenoxyacetic acid. **J. Hortic. Sci.** 69(1): 171-179.

- Kumar, A., T.K. Biswas, N. Singh and E.P Lal. 2014. Effect of gibberellic acid on growth, quality and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **J. Agric. Vet. Sci.** 7(7): 28-30.
- Kuo, C.G., B.W. Chen, M.H. Chov, C.L. and J.S. Tsay. 1978. Tomato Fruit Set at High Temperature. pp. 94-108. *In* **Proceedings of the 1st International Symposium on Tropical Tomato.** Shanhua: Asian Vegetable Research and Development Center.
- Mapelli, S., C. Frova, G. Torti and G.P. Soressi. 1978. Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. **Plant and Cell Physiol.** 19(7): 1281-1288.
- Moore, R., W.D. Clark, K.R. Stern and D. Vodopich. 1995. **Botany.** Dubugue, IA: Wm. C. Brown Communications. 824 p.
- Naeem, N., M. Ishtiaq, P. Khan, N. Mohammad, J. Khan and B. Jamiher. 2001. Effect of gibberellic acid on growth and yield of tomato cv. Roma. **J. Biol. Sci.** 1(6): 448-450.
- Nester, J.E. and J.A.D. Zeevaart. 1988. Flower development in normal tomato and gibberellin deficient (ga-2) mutant. **Am. J. Bot.** 75(1): 45-55.
- Sasaki, H., T. Yano and A. Yamasaki. 2005. Reduction of high temperature inhibition in tomato fruit set by plant growth regulators. **JARQ.** 39(2): 135-138.
- Serrani, J.C., R. Sanjuán, O. Ruiz-Rivero, M. Fos and J.L. Garcia-Martinez. 2007. Gibberellin regulation of fruit set and growth in tomato. **Plant Physiol.** 145(1): 246-257.
- Sritathanee, K. 1997. Cherry Tomato. **Advanced Agriculture** 12(2): 61-62.
- Srivastava, L.M. 2002. **Plant Growth and Development: Hormones and Environment.** Amsterdam: Academic. 772 p.