การใช้สาร Forchlorfenuron และ Naphthalenacetic acid เพิ่มขนาดผลแก้วมังกรนอกฤดู

The Use of Forchlorfenuron and Naphthalenacetic Acid on Fruit Size in Off-Season Dragon Fruit

ธนากร บุญกล่ำ,[1] ศุภธิดา อับดุลลากาซิม,[1] ธีร์ หะวานนท์[1] และภาสันต์ ศารทูลทัต[1]*

Tanakorn Boonklam,[1] Supatida Abdullakasim,[1] Tee Havananda[1] and Parson Saradhuldhat[1*]

Received 21 December 2018, Accepted 30 April 2019

ABSTRACT

The off-season dragon fruit with standard size and quality is marketable demand. Certain plant regulators are able to enlarge fruit size in many fruit crops. To reveal how off-season dragon fruit size respond to forchlorfenuron (CPPU) and naphthaleneacetic acid (NAA), this research was conducted on the 'White flesh' dragon fruit grown in Nakhon Pathom (13.985464 N, 99.942144 E) in November (off-season flowering). Developing from artificial flower induction, the young fruits at the age of 7 days after flowering were sprayed with 20 mg/l CPPU, 200 mg/l NAA or 20 mg/l CPPU mixed with 200 mg/l NAA while the non-sprayed fruit being as a control. The fruits harvested at 40-47 days after flowering showed that all the treated fruits were 91-96 mm in fruit width (7-13% increase), 127-148 mm in fruit length (14-33% increase) and 588-623 g in fruit weight being 45-53% over the control fruit. However, the fruits treated with NAA, CPPU or NAA+CPPU were lower in TSS (12.83-13.46 °Brix), higher in TA (0.25-0.38%) and higher in firmness (0.92-1.23 kg/cm^2) respectively compared to the control fruit (0.14% TA, 0.84 kg/cm^2 firmness). The data indicated that CPPU (20 mg/l), NAA (200 mg/l) or CPPU (20 mg/l) + NAA (200 mg/l) can significantly enlarge the dragon fruit size with slightly negative effect to fruit quality.

Keywords: Cytokinins, CPPU, Auxins, NAA, Dragon fruit

บทคัดย่อ

การผลิตแก้วมังกรนอกฤดูให้ได้ขนาดและคุณภาพทำให้ขายได้ราคาสูง สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชบางชนิดสามารถทำให้ผลไม้บางชนิดมีขนาดเพิ่มขึ้นได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของขนาดผลแก้วมังกรต่อสาร Forchlorfenuron (CPPU) และ Naphthaleneacetic acid (NAA) ที่ผลิตนอกฤดู โดยชักนำต้นแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวปลูกที่ จ.นครปฐม (13.985464 N, 99.942144 E) ให้ออกดอกนอกฤดูในช่วงเดือนพฤศจิกายน เมื่อดอกที่ชักนำพัฒนาเป็นผลอ่อนอายุ 7 วันหลังดอกบาน พ่นผลด้วยสาร CPPU 20 มก./ล., NAA 200 มก./ล. และ CPPU 20 มก./ล. + NAA 200 มก./ล. โดยชุดควบคุมคือไม่พ่นสาร เก็บเกี่ยว

[1*] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean Kasetsart University, Kampheang Sean Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*]Corresponding author: Tel. 08-5216-9190, E-mail address: Tanakorn.b@ku.th

ผลที่อายุ 40-47 วันหลังดอกบาน พบว่า ผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีน้ำหนัก 588-623 ก. ซึ่งมากกว่าผลในชุดควบคุมถึง 45-53% มีความกว้างผล 91-96 มม. (เพิ่มขึ้น 7-13%) และความยาวผล 127-148 มม. (เพิ่มขึ้น 14-33%) มากกว่าชุดควบคุม แต่ผลที่ได้รับสาร CPPU และ NAA มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (12.83-13.46 °Brix) ต่ำกว่าชุดควบคุม (15.37 °Brix) มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ 0.25-0.38% และความแน่นเนื้อ 0.92-1.23 กก./ซม.^{2} สูงกว่าชุดควบคุม (กรด 0.14%, ความแน่นเนื้อ 0.84 กก./ซม.^{2}) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้สาร CPPU (20 มก./ล.), NAA (200 มก./ล.) หรือ CPPU (20 มก./ล.) + NAA (200 มก./ล.) สามารถช่วยเพิ่มขนาดผลแก้วมังกรได้อย่างดีโดยส่งผลต่อคุณภาพภายในเล็กน้อย

คำสำคัญ: ไซโตไคนิน CPPU ออกซิน NAA แก้วมังกร

คำนำ

แก้วมังกรเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่มีศักยภาพของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายทำให้เป็นผลไม้ที่หลายคนชื่นชอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่รักสุขภาพ เพราะมีสารต้านอนุมูลอิสระและเพกทินในผลที่ช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งได้ Sriamornsak (2001) ทำให้แก้วมังกรเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง (Andaya *et al.* 2013; Ismail *et al.*2012) จากความนิยมที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้การขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกแก้วมังกรประมาณ 21,665 ไร่ หรือ 3,466.4 เฮกตาร์ โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเลย (10,509 ไร่) นครราชสีมา (1,996 ไร่) และจันทบุรี (1,377 ไร่) มีผลผลิตโดยรวมทั้งประเทศประมาณ 25,887 ตัน คิดเป็นมูลค่า 610,933,200 บาท และมีผลผลิตส่งออกนอกประเทศประมาณ 943.534 ตัน คิดเป็นมูลค่า 22,267,402 บาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) แต่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคมของไทยผลแก้วมังกรมีราคาซื้อขายค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นช่วงนอกฤดูกาลทำให้ตลาดมีความต้องการปริมาณผลผลิตเป็นจำนวนมากเพื่อตอบสนองผู้บริโภค และมีการนำเข้าจากประเทศเวียดนามมากในช่วงเดือนตุลาคม-มีนาคม ที่ประเทศไทยผลิตได้น้อย ซึ่งมีการผลิตแก้วมังกรนอกฤดูเพื่อลดการนำเข้าโดยวิธีการให้แสงไฟในช่วงเวลากลางคืน (ปริญญา, 2547; ชวิศร์, 2550; นริสา, 2553; กรรณิการ์, 2552) แต่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและไม่มีความสะดวกในพื้นที่ทุรกันดารที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการใช้สารกลุ่มไซโตไคนิน คือ Forchlorfenuron (CPPU) ในการกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูกาลที่มีความสะดวกกว่าและชักนำการเกิดดอกได้ดี (Khaimov & Mizrahi, 2006; รวี และคณะ, 2558; ภาสันต์ และคณะ, 2559 ข)

นอกจากด้านปริมาณผลผลิตแล้ว ขนาดผลของแก้วมังกรเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการกำหนดราคาซื้อขายทั้งในฤดูและนอกฤดู ผลที่น้ำหนักมากกว่า 500 ก. จัดเป็นเกรดพิเศษตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards Ministry of Agriculture and Cooperatives (ACFS), 2018) ขายได้ราคาสูงประมาณ 45 บาท/กก. ส่วนผลที่มีขนาดเล็กถูกคัดอยู่ในเกรดรองลงมา จะขายได้ในราคาต่ำประมาณ 25 บาท/กก. Talaadthai (2018) (Table 1) หากสามารถหาวิธีเพิ่มขนาดของผลแก้วมังกรให้มีขนาดใหญ่ได้ผลผลิตที่ตกเกรดก็จะลดลง ทำให้เกษตรกรขายผลผลิตได้ในราคาที่สูงขึ้น

Table 1 Size code 'White flesh' dragon fruit of National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards Ministry of Agriculture and Cooperatives (ACFS) and market price of Talaadthai

Size code	White flesh' dragon fruit (*Hylocereus undatus*)	
	Fruit weight (g)	Price (baht/kg)
1	>600	45
2	>500-600	45
3	>400-500	35
4	>300-400	25
5	>250-300	25
6	200-250	25

(ACFS, 2018; Talaadthai, 2018)

ผลแก้วมังกรมีการเจริญเติบโตผลแบบ single sigmoidal curve โดยแบ่งการเจริญเติบโตได้เป็น 3 ระยะ คือ 1) เป็นช่วงที่เกิดภายหลังการติดผลใหม่ๆ มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ในผลเป็นจำนวนมากและมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักโดยตรง 2) เป็นช่วงการขยายขนาดของเซลล์เพิ่มช่องว่างระหว่างเซลล์และมีการเพิ่มของส่วนปริมาตรมากกว่าน้ำหนักผล และ 3) เป็นช่วงที่มีการขยายขนาดของผลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและคงที่เมื่อผลเริ่มเข้าสู่ระยะ maturity ซึ่งส่วนมากจะเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายในผล เช่น มีปริมาณกรดลดลง แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลมากขึ้น และความหนาเปลือกลดลง Coombe (1976) เห็นได้ว่าการพัฒนาผลของแก้วมังกรเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดเซลล์ ดังนั้นการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอาจช่วยเพิ่มขนาดและคุณภาพผลให้ดีขึ้นได้ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรปฏิบัติได้สะดวก โดยเฉพาะการใช้สารในกลุ่มออกซินและไซโตไคนินที่มีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์และขยายขนาดเซลล์ได้ในผลไม้หลายชนิด

NAA (Naphthaleneacetic acid) เป็นสารออกซินสังเคราะห์ทำหน้าที่กระตุ้นการยืดตัวของเซลล์และแบ่งเซลล์ มีการเคลื่อนย้ายอย่างมีทิศทาง สาร NAA ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (นพดล, 2537) แต่ที่ระดับความเข้มข้นสูงมากๆ จะยับยั้งการเจริญเติบโตและเป็นพิษต่อพืชทำให้บิดเบี้ยวเสียรูปทรงแคระแกร็น (Petrásek *et al.* 2006; Sun *et al.* 2013) มีรายงานการใช้สาร NAA ความเข้มข้น 150 มก./ล. พ่นผลส้มแล้วสามารถเพิ่มขนาดผลได้ Yildirim *et al.* (2012) นอกจากนี้ยังนิยมใช้สาร NAA เพื่อเพิ่มขนาดผลในมะเขือเทศซึ่งพบได้หลายงานวิจัย Serrani *et al.* (2007) เช่น การใช้ NAA ในช่วงความเข้มข้น ตั้งแต่ 5-40 มก./ล. สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อต้นได้มากกว่า 70 % (Alam & Khan, 2002; Maurya *et al.* 2013)

CPPU (Forchlorfenuron หรือ N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea) เป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนินทำหน้าที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเซลล์ ช่วยการดูดน้ำเข้าไปภายในเซลล์ กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน ขนส่งธาตุอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมายังเนื้อเยื่อบริเวณที่ได้รับสาร และสนับสนุนการสร้างคลอโรพลาสต์ Campbell *et al.* (2008) ซึ่งมีรายงานการใช้สาร CPPU กับพืชหลายชนิด ได้แก่ การพ่นสาร CPPU 10 มก./ล. ให้กับผลกีวี่ที่อายุ 2 สัปดาห์หลังติดผลสามารถช่วยเพิ่มขนาดผลและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) สูงกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร Jayant & Disha (2013) การใช้สาร CPPU ความเข้มข้น 20 มก./ล. พ่นผลสับปะรดสามารถทำให้ผลมีขนาดใหญ่กว่าผลที่ไม่ได้รับสาร ภาสันต์ และคณะ (2558) และการใช้สาร CPPU ความเข้มข้น 100-200 มก./ล.

พ่นผลแตงโมสามารถเพิ่มน้ำผลผลิตได้ถึง 50% Maroto *et al.* (2005)

จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซิน และไซโตไคนิน มีกระบวนการทำงานในพืชแต่ละชนิดที่ต่างกัน ซึ่งช่วงความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ทำให้พืชตอบสนองแตกต่างกัน และจากผลการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าสาร CPPU 20 มก./ล. ภาสันต์ และคณะ (2561 ก) และ NAA 200 มก./ล. สามารถเพิ่มขนาดผลและยกระดับเกรดผลผลิตของแก้วมังกรได้ดี ธนากร และคณะ (2559) เมื่อพ่นผลแก้วมังกรในช่วงอายุผล 4-12 วันหลังดอกบาน ภาสันต์ และคณะ (2561 ข) แต่ยังไม่มีการศึกษาการใช้สารสองชนิดนี้ในการผลิตแก้วมังกรนอกฤดูมาก่อน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสาร CPPU และ NAA ต่อขนาดผลแก้วมังกรที่ผลิตนอกฤดู

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการวิจัยที่สวนแก้วมังกร อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (13.985464 N, 99.942144 E) ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน 2560 ซึ่งมีช่วงแสง 9.25 ชั่วโมงต่อวัน ชักนำให้แก้วมังกรออกดอกนอกฤดูโดยคัดเลือกกิ่งแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวมีอายุประมาณ 6 เดือนขึ้นไปและมีสีเขียวเข้ม เลือกตุ่มหนามที่อยู่บนสันหันออกด้านนอกทรงพุ่ม จากนั้นแกะหนามที่ปิดทับตาออกใช้พู่กันจุ่มสารละลาย CPPU ความเข้มข้น 3500 มก./ล. ป้ายตาตามวิธีของ ภาสันต์ และคณะ (2559 ข) โดยป้ายกิ่งละ 1 ตา ทั้งหมด 100 ตา

7 days	14 days	21 days	28 days

Figure 1 The 'White flesh' dragon fruit buds developed into flower after induced by CPPU 3500 mg/l

เมื่อดอกที่เกิดขึ้นพัฒนาเป็นผลอ่อนอายุ 7 วันหลังดอกบาน พ่นด้วยสาร CPPU ความเข้มข้น 20 มก./ล., NAA ความเข้มข้น 200 มก./ล. และ CPPU ความเข้มข้น 20 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 200 มก./ล. (CPPU+NAA) โดยแต่ละผลพ่นสารปริมาตร 5 มล./ผล เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับสาร (control) ทำการพ่นด้วยสาร (treatment) ละ 7 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ผล/กอ

บันทึกผลความกว้างและยาวของผลทุกๆ สัปดาห์ด้วย vernier caliper บันทึกหน่วยเป็น มม. จนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 40-47 วันหลังดอกบาน โดยพิจารณาร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผล (ผลต้องเปลี่ยนเป็นสีแดงทั้งผล) ทำการวิเคราะห์คุณภาพผล ได้แก่ น้ำหนักผล (fruit weight) โดยชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (SK-5001, U.S.A.) บันทึกน้ำหนัก หน่วยเป็น ก. ปริมาตรผล (fruit volume) โดยใช้วิธีการแทนที่ด้วยน้ำบันทึกหน่วยเป็น ซม.^{3} ความหนาเปลือก (peel thickness) ด้วย vernier caliper บันทึกหน่วยเป็น มม. ความแน่นเนื้อ (fruit firmness) ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ Fruit hardness tester รุ่น (FHR-1) ใช้หัวทดสอบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 ซม. กดบริเวณกึ่งกลางของผลแก้วมังกร ความลึกประมาณ 3 มม. หน่วยเป็น กก./ซม.^{2} ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS) ของน้ำคั้นวัดด้วยเครื่อง Hand refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น 3810 PAL-1 Handheld Digital Brix Refractometer บันทึกผลหน่วยที่ใช้เป็น °Brix

ปริมาณกรด (Titratable acidity; TA) ตามวิธีการของ A.O.A.C. (2002) หาอัตราส่วนของ TSS/TA และการให้คะแนนความพอใจทางด้านรสชาติ (preference) จากผู้ประเมิน 5 คน การให้คะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 (ไม่ชอบมาก) 2 (ไม่ชอบ) 3 (ชอบปานกลาง) 4 (ชอบมาก) และ 5 (ชอบมากที่สุด)

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2560-มกราคม 2561

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลอง พบว่า ผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU 20 มก./ล., NAA 200 มก./ล. และ CPPU 20 มก./ล. ร่วมกับ NAA 200 มก./ล. (CPPU+NAA) มีความยาวเฉลี่ยมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสารตั้งแต่อายุผล 14 วันหลังดอกบาน (7 วันหลังพ่นสาร) อย่างชัดเจน ส่วนความกว้างผลได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีความกว้างเฉลี่ยมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสารที่อายุผล 21 วันหลังดอกบาน (14 วันหลังพ่นสาร) เมื่อผลมีอายุ 28 วันหลังดอกบาน ผลแก้วมังกรเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง 20-30% ยกเว้นผลที่ได้รับสาร NAA และ CPPU+NAA ที่ยังไม่เริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง เมื่อผลแก้วมังกรมีอายุ 42-47 วันหลังดอกบาน (ระยะเก็บเกี่ยว) พบว่าผลที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีความกว้างเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 95.90, 91.35 และ 93.16 มม. ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับผลที่ไม่ได้รับสาร (85.04 มม.) (Table 2) โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความกว้างที่มากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร 13.08, 7.42 และ 9.54% ตามลำดับ เช่นเดียวกับลักษณะความยาวผล พบว่า ผลที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีความยาวผลเฉลี่ย 127.47, 141.49. และ 148.47 มม. ตามลำดับ มากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (111.04 มม.) (Table 2) โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความยาวผลที่มากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร 14.79, 27.42 และ 33.70% ตามลำดับ

ผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีความกว้างและความยาวผลเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะสาร CPPU ช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์และขยายขนาดเซลล์ในช่วงที่ผลแก้วมังกรกำลังเจริญเติบโตพัฒนา (ประทีป, 2546; Mariotti *et al.* 2011) ทำให้มีความกว้างผลมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร ส่วนสาร NAA จะช่วยกระตุ้นการยืดขยายตัวของเซลล์ เพิ่มความยืดหยุ่นที่ผนังเซลล์ และลดความกดดันที่ผนังเซลล์ทำให้เซลล์ขยายขนาดได้ง่ายประกอบกับกระตุ้นการแบ่งเซลล์ (นพดล, 2537) จึงทำให้ผลที่ได้รับสาร NAA มีความยาวผลที่มากกว่าการใช้สาร CPPU และเมื่อใช้สาร CPPU ร่วมกับ NAA เห็นได้ว่าสารสองชนิดมีส่วนช่วยส่งเสริมกันเล็กน้อย สังเกตจากผลที่ได้รับสาร CPPU+NAA ที่มีความยาวผลไม่ต่างจากผลที่ได้รับสาร NAA เพียงอย่างเดียว (Table 2)

น้ำหนักของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีน้ำหนัก 588.17, 614.53 และ 623.08 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (406.15 ก.) (Table 2) โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่มากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร 44.81, 51.30 และ 53.41% ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับความกว้างและความยาวผลที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากการที่สาร CPPU กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์และช่วยในการเคลื่อนย้ายสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมายังบริเวณที่ได้รับสาร เช่น คาร์โบไฮเดรต และสารอินทรีย์ต่างๆ (Zabadal & Bukovac, 2006) ทำให้ผลแก้วมังกรมีขนาดและน้ำหนักผลที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Quan Yu *et al.* (2001) ที่ใช้ CPPU 50 มก./ล. เพิ่มขนาดผลน้ำเต้า และการใช้สาร CPPU ความเข้มข้น 20 มก./ล. เพื่อเพิ่มขนาดและน้ำหนักผลสับปะรดปัตตาเวีย (ภาสันต์และคณะ, 2558) ส่วนผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร NAA เห็นได้ว่ามีน้ำหนักมากกว่าผลที่ได้รับสาร CPPU อย่างเดียวเพราะสาร NAA มีคุณสมบัติ

กระตุ้นการยืดยาวเซลล์และแบ่งเซลล์แล้วยังสามารถเคลื่อนย้ายผ่านเข้าไปภายในท่ออาหาร (phloem) ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ผ่านไปยังส่วนต่างๆ ได้พร้อมกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นจึงช่วยส่งเสริมการดูดซึมอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและการเคลื่อนย้ายมายังผลที่ได้รับสาร (พีรเดช, 2537) และเมื่อใช้สาร CPPU+NAA พบว่ามีน้ำหนักที่มากกว่าผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร NAA เล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการพ่นด้วยสารดังกล่าว (treatment) แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอาจจะมาจากอิทธิพลของสาร NAA เพียงสารเดียว เช่นเดียวกับปริมาตรของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีค่า 583, 609 และ 617 ซม.^{3} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าผลแก้วมังกรที่ไม่ได้รับสาร (402 ซม.^{3}) (Table 2)

อายุเก็บการเกี่ยวของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร NAA และ CPPU+NAA มีอายุการพัฒนาผลจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ยาวนานกว่าการพ่นด้วยสารอื่น (treatment) โดยมีอายุเก็บเกี่ยว 47 วันหลังดอกบาน (Table 2) ขณะผลที่ได้รับสาร CPPU เพียงอย่างเดียวมีอายุเก็บเกี่ยว 42 วันหลังดอกบาน ดังนั้นอายุการเก็บเกี่ยวที่นานขึ้นอาจมาจากอิทธิผลของสาร NAA เพียงชนิดเดียว เพราะ NAA เป็นสารในกลุ่มออกซินที่มีคุณสมบัติชะลอกระบวนการสุก ทำให้ระยะเวลาการพัฒนาผลของแก้วมังกรที่ได้รับสารนี้ยาวนานกว่าการพ่นด้วยสารอื่นๆ (treatment) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สาร NAA ชะลอการสุกของสับปะรด (สถาพร, 2542) และการใช้ IAA ที่ออกซินเป็นชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของสาลี่ (จริงแท้, 2549)

ความหนาเปลือกของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีความหนาเปลือก 3.18, 3.96 และ 3.24 มม. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (2.32 มม.) (Table 3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความหนาเปลือกที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะสาร CPPU และ NAA มีส่วนช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์และยืดขยายเซลล์บริเวณส่วนแรกที่ได้รับสารนั้นก็คือเปลือกก่อนจะซึมผ่านเข้าไปในผล สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้สาร CPPU เพิ่มขนาดผลกล้วยไข่แต่มีความหนาเปลือกที่เพิ่มขึ้น (ธนัญญา และคณะ, 2561) และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้สาร NAA เพิ่มขนาดผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและแดงในฤดูที่ทำให้ผลแก้วมังกรมีความหนาเปลือกเพิ่มขึ้นเช่นกัน (ธนากร และคณะ, 2560) ซึ่งเปลือกที่หนาขึ้นอาจมีประโยชน์ต่อการลดแรงกระแทกและกดทับระหว่างการขนส่ง

ความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร NAA และ CPPU+NAA มีค่า 1.17 และ 1.23 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ มากกว่าผลที่ได้รับสาร CPPU และผลไม่ได้รับสาร (0.92 และ 0.84 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเกิดจากการที่สาร NAA ที่ไปชะลอกระบวนการสุก (สถาพร, 2542) ทำให้กระบวนการเสื่อมสภาพของเนื้อผลเกิดขึ้นช้าและมีส่วนช่วยเพิ่มความดันออสโมติกภายในเซลล์ จึงทำให้มีความแน่นเนื้อมากกว่าผลแก้วมังกรที่ไม่ได้รับสาร (Table 3)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีค่า 12.83, 13.41 และ 13.46 °Brix ตามลำดับ ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (15.37 °Brix) (Table 3) อาจเป็นเพราะ CPPU ไปชะลอกระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลจึงทำให้ TSS ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้สาร CPPU พ่นช่อองุ่นแล้วส่งผลให้ TSS ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (Peacock, 2001; Ezzahouani, 2000) และสอดคล้องกับการใช้สาร CPPU พ่นกล้วยไข่เพื่อเพิ่มขนาดผลแล้วพบว่าส่งผลให้ค่า TSS ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (ภาสันต์ และคณะ, 2559 ก) ส่วน TSS ของผลที่ได้รับสาร NAA ที่มีค่าต่ำ เพราะเป็นผลพวงมาจากสาร NAA ที่ไปชะลอการสุกจึงทำกระบวนการสุกเกิดขึ้นได้ช้า ทำให้ TSS ของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร NAA ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้สาร NAA พ่นผลบลูเบอร์รี่ส่งผลให้ระยะการพัฒนาผลนานขึ้นและ TSS ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร Sun *et al.* (2013) และสอดคล้องกับการใช้สาร NAA เพิ่มขนาดผล

สับปะรด แต่ทำให้ TSS ต่ำและอายุการพัฒนาผลนานขึ้น (Clark & Kern, 1942)

เปอร์เซ็นต์กรดทำไทเทรตได้ของผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีค่า 0.27, 0.25 และ 0.38% ตามลำดับ มากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (0.14%) (Table 3) เพราะสาร CPPU และ NAA เป็นสารที่ช่วยชะลอกระบวนการสุกและทำให้ปริมาณกรดภายในผลที่ได้รับสารสลายตัวช้ากว่าปกติโดยเฉพาะการใช้สารทั้งสองชนิดนี้ร่วมกัน

อัตราส่วน TSS/TA ของผลแก้วมังกรที่ไม่ได้รับสารมีค่า 109 ซึ่งมากว่าผลแก้วมังกรที่ได้รับสาร CPPU (48), NAA (54) และ CPPU+NAA (35) ตามลำดับ อัตราส่วน TSS/TA ที่ค่ามากจะบ่งบอกว่ามีรสชาติที่ดี ซึ่งจากข้อมูลเห็นได้ว่าผลที่ไม่ได้รับสารมีค่ามากที่สุด แต่เมื่อประเมินความพึงพอใจด้านรสชาติ พบว่าผลที่ได้รับสาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA มีคะแนน 4.9, 4.5 และ 4.4 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลที่ไม่ได้รับสาร (4.8 คะแนน) (Table 3) จากข้อมูลเห็นได้ว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชส่งผลต่อคุณภาพภายในผลแก้วมังกรเล็กน้อย แต่ไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจด้านรสชาติของผู้บริโภค

การใช้สาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA สามารถทำให้ขนาดผลแก้วมังกรมีรหัสขนาด 2, 1 และ 1 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (รหัสขนาด 3) (Table 4) เห็นได้ว่าการใช้สาร CPPU สามารถยกระดับเกรดผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ 1 เกรด จากรหัสขนาด 3 ขึ้นมาเป็นรหัสขนาด 2 ส่วนการใช้สาร NAA และ CPPU+NAA สามารถยกระดับเกรดผลผลิตได้ถึง 2 เกรด จากรหัสขนาด 3 ขึ้นมาเป็นรหัสขนาด 1 (Table 1 and Table 4)

เปรียบเทียบการใช้สาร CPPU, NAA และ CPPU+NAA สามารถทำให้ผลแก้วมังกรมีน้ำหนักมากกว่า 500 ก. (Table 2 and Table 4) ซึ่งจัดเป็นเกรดพิเศษตามมาตรฐาน (ACFS, 2018) (Table 1) สามารถขายได้ราคาที่ดีกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (406.15 ก.) และเห็นได้ว่าการใช้สาร CPPU หรือ NAA เพียงอย่างเดียวสามารถเพิ่มขนาดผลแก้วมังกรได้ ซึ่งการใช้สารร่วมกันไม่ได้ช่วยส่งเสริมอิทธิพลกัน ดังนั้นไม่จำเป็นต้องใช้สารสองชนิดนี้ร่วมกัน เพราะอาจสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนพบว่า CPPU 1% (ความเข้มข้นตามท้องตลาด) 1 มล. ราคา 3.5 บาท หากต้องการ CPPU 20 มก./ล. ปริมาตร 5 มล. เพื่อพ่นผลแก้วมังกร 1 ผล ต้องใช้สาร CPPU 0.01 มล. คำนวณได้จากสูตร m1v1=m2v2 คิดเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นต่อผล 0.01 x 3.5 = 0.035 บาท

ขณะที่ NAA 6 % (ความเข้มข้นตามท้องตลาด) 1 มล. ราคา 1.6 บาท หากต้องการ NAA 200 มก./ล. ปริมาตร 5 มล. เพื่อพ่นแก้วมังกร 1 ผล ต้องใช้สาร NAA 0.016 มก./ล.คิดเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นต่อผล 0.016 x 1.6 = 0.0256 บาท เห็นได้ว่าต้นทุนของการใช้สารสองชนิดต่างกันเล็กน้อยเท่านั้นโดยสาร NAA จะถูกว่า

การใช้สาร CPPU และ NAA มีต้นทุนการผลิตต่อผลเพิ่มขึ้นเพียง 1 บาท แต่สามารถเพิ่มเกรดผลผลิตให้มีน้ำหนักต่อผลมากกว่า 500 ก. (รหัสขนาด 1 และ2) (Table 2 and Table 4) ซึ่งจัดเป็นเกรดพิเศษ สามารถขายผลผลิตได้ถึง 45 บาท/กก. ขณะที่หากไม่ใช้สารดังกล่าวผลผลิตที่ได้จะมีน้ำหนักผลที่ต่ำกว่า 500 ก. (รหัสขนาด 3) ขายได้เพียง 35 บาท/กก. ซึ่งจะทำให้สูญเสียรายได้ประมาณ 10 บาท/กก.

Table 2 Width, length, fruit weight, weight increase, fruit volume and peel thickness of dragon fruit at harvesting stage

Treatment	Width (mm)	Length (mm)	Fruit weight (g.)	Weight increase (%)	Fruit volume (cm^3)	Harvesting stage (days)
Non-sprayed (Control)	85.04[c]	111.04[c]	406.15[b]	0	402[b]	42
CPPU 20 (mg/l)	95.90[a]	127.47[b]	588.17[a]	44.81	583[a]	42
NAA 200 (mg/l)	91.35[a]	141.49[a]	614.53[a]	51.30	609[a]	47
CPPU+NAA	93.16[a]	148.47[a]	623.08[a]	53.41	617[a]	47
F-Test	**	**	**		**	
CV (%)	13.68	15.70	16.64		16.69	

Note: indicated significant difference at $P \leq 0.01$

Table 3 Peel thickness, fruit firmness, TSS, TA, TSS/TA and taste of dragon fruit at harvesting stage

Treatment	Peel thickness (mm)	Firmness (kg/cm^2)	TSS (°Brix)	TA (%)	TSS/TA	Taste (Score)
Non-sprayed (Control)	2.32[b]	0.84[b]	15.37[a]	0.14[c]	109[a]	4.80
CPPU 20 mg/l	3.18[ab]	0.92[b]	12.83[b]	0.27[b]	48[c]	4.90
NAA 200 mg/l	3.96[a]	1.17[a]	13.41[b]	0.25[b]	54[b]	4.50
CPPU+NAA	3.24[a]	1.23[a]	13.46[b]	0.38[a]	35[d]	4.40
F-Test	*	**	**	**	**	ns
CV (%)	23.65	16.62	3.18	15.34	1.47	11.01

Note: ns indicated no significant difference

* indicated significant difference at $P \leq 0.05$

** indicated significant difference at $P \leq 0.01$

Table 4 Fruit weight, size code and Price of 'White flesh' dragon fruit at harvesting stage after sprayed with CPPU, NAA and CPPU+NAA

Treatment	'White flesh' dragon fruit		
	Fruit weight (g.)	Size code	Price (baht/kg)
Non-sprayed (Control)	406.15	3	35
CPPU 20 mg/l	588.17	2	45
NAA 200 mg/l	614.53	1	45
CPPU+NAA	623.08	1	45

สรุปผลการทดลอง

การใช้ CPPU (20 มก./ล.), NAA (200 มก./ล.) หรือ CPPU (20 มก./ล.) + NAA (200 มก./ล.) สามารถช่วยเพิ่มขนาดผลแก้วมังกรนอกฤดูได้ โดยส่งผลต่อคุณภาพภายในเล็กน้อยคือ มีความหนาเปลือกและความแน่นเนื้อที่มากกว่า และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย ประเภททุนบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560 (This research was supported from graduate scholarship provided by the National Research Council of Thailand (NRCT) as of fiscal year 2017)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). *สถานการณ์การปลูกแก้วมังกรปี 2559 เรียงตามเนื้อที่ปลูกจากมากไปหาน้อยรายจังหวัด ปี 2559.* สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2561 สืบค้นจาก http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/fruit1/dragonfruit.pdf.

กรรณิการ์ แก้วส่อง. (2552). *การชักนำการออกดอกนอกฤดูของแก้วมังกรด้วยแสงฟลูออเรสเซนต์.* ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชวิศร์ สวัสดิสาร. (2550). *อิทธิพลของความเข้มแสงช่วงแสง ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลินและเอทิลีนที่มีผลต่อการออกดอกในการผลิตแก้วมังกรนอกฤดู.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนัญญา หมาดหมัน, กัลยาณี สุวิทวัส, ศุภธิดา อับดุลลากาซิม, และภาสันต์ ศารทูลทัต. (2561). ผลของ Forchlorfenuron ต่อการพัฒนาผลและการสุกของกล้วยไข่. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 49*(2), (พิเศษ), 345-348.

ธนากร บุญกล่ำ, บงกช เชียงเงิน, ธีร์ หะวานนท์, และ ภาสันต์ ศารทูลทัต. (2560). ใน *การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 11 วันที่ 3-4 สิงหาคม 2560.* ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธนากร บุญกล่ำ, พฤหัส ศรีขวัญ, พิมพ์นิภา เพ็งช่าง, ธีร์ หะวานนท์, และภาสันต์ ศารทูลทัต. (2559). ผลของ GA3, NAA และ CPPU ต่อขนาดและคุณภาพผลแก้วมังกร'แดงสยาม'. *แก่นเกษตร, 44*(1), (พิเศษ), 887-891.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). *ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.* กรุงเทพฯ: รั้วเขียว.

นริสา สอนศาสตร์. (2553). *อิทธิพลของความเข้มแสงและไฮโดรเจนไซยาไมด์ที่มีผลต่อการออกดอกในการผลิตแก้วมังกรชนิดเวียดนามและชนิดไต้หวันนอกฤดู.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประทีป กุณาศล. (2546). *การเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพองุ่นโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช.* กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา.

ปริญญา เชื้อชูชาติ. (2547). *ศึกษาการเจริญเติบโตด้านลำต้น การออกดอกและพัฒนาการผลของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (Hylocreus polyrhizus).* ปัญหาพิเศษปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีรเดช ทองอำไพ. (2537). *ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาสันต์ ศารทูลทัต, ชวัลญา ขันทะชา, ธนากร บุญกล่ำ, ธีร์ หะวานนท์, และศุภธิดา อับดุลลากาซิม. (2561). อายุผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่เหมาะสมต่อการเพิ่มขนาดผลด้วยสาร CPPU. ใน *การประชุมวิชาการพืชศาสตร์ ครั้งที่ 5 "วิจัยพืชศาสตร์ก้าวหน้า พัฒนานวัตกรรมนำพาเกษตรยั่งยืน"* (น. 35). สงขลา: มหาวิทยาสงขลานครินทร์.

ภาสันต์ ศารทูลทัต, ธนัญญา หมาดหมัน, ศุภธิดา อับดุลลากาซิม, และกัลยาณี สุวิทวัส. (2559). ผลการใช้ Forchlorfenuron ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มขนาดผลกล้วยไข่. *วาสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3*(1), (พิเศษ), 38-42.

ภาสันต์ ศารทูลทัต, ธนากร บุญกล่ำ, และ ธีร์ หะวานนท์. (2559). การชักนำดอกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและแดงนอกฤดูด้วยสาร Forchlorfenuron. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3*(1), 49-53.

ภาสันต์ ศารทูลทัต, พิมพ์นิภา เพ็งช่าง, ธนากร บุญกล่ำ, และกัลยาณี สุวิทวัส. (2558). ผลของ GA_3 และ CPPU ต่อขนาดและคุณภาพผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 46*(3), (พิเศษ), 161-164.

ภาสันต์ ศารทูลทัต, อัจฉริกา สินธพานินท์, ธนากร บุญกล่ำ, ธีร์ หะวานนท์, และศุภธิดา อับดุลลากาซิม. (2561). การเพิ่มขนาดผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและแดงด้วย CPPU ที่เหมาะสม. ใน *การประชุมวิชาการพืชศาสตร์ ครั้งที่ 5 "วิจัยพืชศาสตร์ก้าวหน้า พัฒนานวัตกรรมนำพาเกษตรยั่งยืน"* (น. 34). สงขลา: มหาวิทยาสงขลานครินทร์.

รวี เสรฐภักดี, เพลินใจ ทองล้วน, ธีร์ หะวานนท์, ศุภธิดา อับดุลลากาซิม, และภาสันต์ ศารทูลทัต. (2558). การชักนำดอกแก้วมังกรนอกฤดูด้วยสาร CPPU. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 46*(3), (พิเศษ), 849-852.

สถาพร ดียิ่ง. (2542). *ฮอร์โมนพืช.* ฉะเชิงเทรา: มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

Alam, S. M., & Khan, M. A. (2002). Fruit yield of tomato as affected by NAA spray. *Asian Journal of Plant Sciences, 1*(1), 24

A.O.A.C. (2002). *Official Methods of Analysis.* (p. 1826) Maryland: AOAC International

Alam, S. M., & Khan, M. A. (2002). Fruit yield of tomato as affected by NAA spray. *Asian Journal of Plant Sciences, 1*(1), 24

Andaya, C., M. A. J. Biol, N. J. B. d. l. Santos, A. J. E. Reterta., & E. Barclon (2013). Consumer sensory respons towerds perceived health benefits of antioxidants from dragon fruit. *Asian Journal of Food and Agro-Industry, 6*(3), 149-156.

Campbell, N.A., J.B. Reece, L.A. Urry, M.L. Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky., & R.B. Jackson (2008). *Biology* (8 th ed.). San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.

Clark, H. E., & Kerns, K. R. (1942). Control of flowering with phytohormones. *Science, 95*(2473), 536-537.

Coombe, B. G. (1976). The development of fleshy fruits. *Annual review of plant physiology, 27*(1), 207-228.

Ezzahouani, A. (2000). Effects of forchlorfenuron (CPPU) and girdling on table grape cultivars" Perlette" and" Italia". *OENO One, 34*(2), 57-60.

Ismail, N. S. M., Ramli, N., Hani, N. M., & Meon, Z. (2012). Extraction and characterization of pectin from dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) using various extraction conditi ons. *Sains Malaysiana, 41*(1), 41-45.

Jayant, K., & Disha, T. (2013). Effect of different concentration of CPPU and fruit thinning on yield and quality of Kiwifruit cv. Allison and Hayward. *Asian Journal of Horticulture, 8*(2), 701-705.

Khaimov, A., & Mizrahi, Y. (2006). Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti Hylocereus undatus and Selenicereus megalanthus. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81*(3), 465-470.

Mariotti, L., Picciarelli, P., Lombardi, L., & Ceccarelli, N. (2011). Fruit-set and early fruit growth in tomato are associated with increases in indoleacetic acid, cytokinin, and bioactive gibberellin contents. *Journal of Plant Growth Regulation, 30*(4), 405-415.

Maroto, J. V., Miguel, A., López-Galarza, S., San Bautista, A., Pascual, B., Alagarda, J., & Guardiola, J. L. (2005). Parthenocarpic fruit set in triploid watermelon induced by CPPUand 2, 4-D applications. *Plant growth regulation, 45*(3), 209-213.

Maurya, S. K., Singh, B. K., Singh, A. K., Vani, V. M., & Singh, S. P. (2013). Varietal response of NAA on growth and yield of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). *Environment and Ecology, 31*(1A), 209-211.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards Ministry of Agriculture and Cooperatives (ACFS). (2018). *DRAGON FRUIT TAS 25-2015*. Retrieved December 20, 2018, from http://www.acfs.go.th/standard/download/eng/DRAGON-FRUIT-ENG.pdf.

Peacock, W. L. (2001). *Grape Notes. Agricultural BLDG.* California, USA: County Civic Center.

Petrásek, J., Mravec, J., Bouchard, R., Blakeslee, J. J., Abas, M., Seifertová, D., ... & Friml, J. (2006). PIN proteins perform a rate-limiting function in cellular auxin efflux. *Science, 312*(5775), 914-918.

Quan Yu, J., Li, Y., Qian, Y. R., & Zhu, Z. J. (2001). Cell division and cell enlargement in fruit of Lagenaria leucantha as influenced by pollination and plant growth substances. *Plant Growth Regulation, 33*(2), 117-122.

Serrani, J. C., Fos, M., Atarés, A., & García-Martínez, J. L. (2007). Effect of gibberellin and auxin on parthenocarpic fruit growth induction in the cv Micro-Tom of tomato. *Journal of Plant Growth Regulation, 26*(3), 211-221.

Sriamornsak, P. (2001). Pectin: The role in health. *Journal of Silpakorn University, 21*(22), 60-77.

Sun, Y., Hou, Z., Su, S., & Yuan, J. (2013). Effects of ABA, GA3 and NAA on fruit development and anthocyanin accumulation in blueberry. *Journal of South China Agricultural University, 34*(1), 6-11.

Talaadthai. (2018). *"Dragon Fruit"*. Retrieved December 20, 2018, from https://talaadthai.com/en/product-search/result?q=dragon%20fruit.

Yıldırım, B., Yesiloglu, T., Incesu, M., Kamiloglu, M. U., Çimen, B., & Tamer, S. (2012). Effects of 2, 4-DP (2, 4-dichlorophenoxypropionic acid) plant growth regulator on fruit size and yield of Valencia oranges (Citrus sinensis Osb.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 40*(1), 55-64.

Zabadal, T. J., & Bukovac, M. J. (2006). Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. *HortScience, 41*(1), 154-157