Journal of Agri. Research & Extension 38(1): 1-11

การเจริญและการพัฒนาของผลมะเดื่อฝรั่งสายพันธุ์ Black Genoa ที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่

Growth and Development of Fig Fruit cv. Black Genoa Grown in Chiang Mai

วีรภัทร ปั้นฉาย และนพพร บุญปลอด*

Werapat Panchai and Nopporn Boonplod*

สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: nboonplod@hotmail.com

Received: *May 15, 2020*

Revised: *August 06, 2020*

Accepted: *September 03, 2020*

Abstract

Study on growth and development of *Ficus carica* L. cv. Black Genoa were carried out at Pomology, Maejo University, Chiang Mai from December 2018 to March 2019. An elevation is 322 meters above mean sea level. The objective of this study was to study the pattern of fruit growth and development of fig. It was found that the fruit growth and development of fig was double sigmoid curve. In the first phase, during 1-4 weeks, fruit size increased slowly and fruit weight was 0.01±0.00 to 0.44±0.03 grams. The second phase, during 5-8 weeks, the fruit size increased slightly and the fruit weight was 0.75±0.06 to 11.60±0.20 grams. Finally, in the third phase, the fruit size increased rapidly to 12.97±0.52 to 69.39±2.11 grams of fruit weight. The total soluble solids, total titratable acid and fruit firmness at 12 weeks was 17.80±0.95°Brix, 0.23±0.05% and 0.10±0.01 kg/cm^2, respectively. Peel color changed from green to yellow in 10 weeks and turned from reddish-purple to black-purple in 10 to 12 weeks

Keywords: *Ficus carica* L., double sigmoid curve, fruit quality

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลมะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica* L.) พันธุ์แบล็คเจนัว ดำเนินการ ณ แปลงทดลองไม้ผล สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2562 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 322 เมตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของผลมะเดื่อฝรั่ง พบว่าการเจริญเติบโตของผลมะเดื่อฝรั่งมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ Double sigmoid curve สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ในสัปดาห์ที่ 1-4 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักผลอย่างช้าๆ โดยมีน้ำหนักผลเท่ากับ 0.01±0.00 ถึง 0.44±0.03 กรัม ระยะที่ 2 ในสัปดาห์ที่ 5-8 ผลมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น มีน้ำหนักผลเท่ากับ 0.75±0.06 ถึง 11.60±0.20 กรัม และ ระยะที่ 3 ในสัปดาห์ที่ 9-12 ผลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างอย่างรวดเร็ว โดยมีน้ำหนักผลเท่ากับ 12.97±0.52 ถึง 69.39±2.11 กรัม ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความแน่นเนื้อ ในสัปดาห์ที่ 12 มีค่า

เท่ากับ 17.80±0.95 องศาบริกซ์ 0.23±0.05 เปอร์เซ็นต์ และ 0.10±0.01 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ขณะที่สีผิวผลเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองในสัปดาห์ที่ 10 และเปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วงจนถึงสีม่วงดำในสัปดาห์ที่ 12

คำสำคัญ: *Ficus carica* L., double sigmoid curve คุณภาพผล

คำนำ

มะเดื่อฝรั่ง ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ficus carica* L. อยู่ในวงศ์ Moraceae หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ฟิก (Fig) เป็นผลไม้ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในทวีปยุโรป อาทิ ตุรกี กรีซ อิตาลี และสเปน ปลูกเป็นการค้าในที่ราบลุ่มแม่น้ำแถบเมดิเตอร์เรเนียน นิยมในประเทศอินเดียและสหรัฐอเมริกา และพบมากที่สุดในเขตร้อนหรือเขตกึ่งร้อนในแถบทวีปเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย และเวียดนาม เนื่องจากมีสภาพอากาศร้อนชื้นทำให้ต้นมะเดื่อฝรั่งออกผลได้ตลอดทั้งปี (Heng, 2019) ส่วนในประเทศไทยพบว่าการปลูกมะเดื่อฝรั่งมีความร่วมมือระหว่าง 2 หน่วยงาน ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมูลนิธิโครงการหลวง ทำให้พื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้การปลูกมะเดื่อฝรั่งเป็นอีกทางเลือกเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรบนพื้นที่สูงโดยเป็นผลไม้ที่รับประทานได้ทั้งสดและแห้ง อีกทั้งมะเดื่อฝรั่งยังสามารถนำไปแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น อบแห้ง และแยม มะเดื่อฝรั่งให้ผลผลิตต่อต้นที่ค่อนข้างสูง มีการติดผลค่อนข้างดก ติดผลทุกข้อใบ แต่ต้องขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย เช่น ระยะปลูก จำนวนต้นต่อไร่ อายุต้น ขนาดของทรงพุ่ม มะเดื่อฝรั่งหนึ่งต้นสามารถให้ผลผลิตได้ประมาณ 1-3 กิโลกรัม หรือประมาณ 30-50 ผล เฉลี่ยขนาดผลและน้ำหนัก 8-15 ผลต่อกิโลกรัม (Chairauengyoth, 2019) อีกทั้งการจัดทรงต้น และการตัดแต่งกิ่งที่ดี ทำให้ลักษณะทรงต้นและกิ่งที่เหมาะต่อการให้ผลผลิตที่ดี (Prabthuk, 2016) มะเดื่อฝรั่งเป็นต้นไม้ที่ผลัดใบมีความสูงประมาณ 3-10 เมตร กิ่งก้านและลำต้นมีความหนาใบมะเดื่อฝรั่งเป็นแบบใบรูปฝ่ามือ มีกลีบใบ 3 ถึง 7 กลีบ ใบมีลักษณะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ของมะเดื่อฝรั่ง (Puechkaset, 2016) ลักษณะของผลมะเดื่อฝรั่งเป็นผลมาจากช่อดอกที่ซับซ้อนที่เรียกว่า Syconium ซึ่งมีผลที่เรียกว่า Drupelets อยู่ภายใน Syconium จะเป็นดอกเล็กๆ ภายในนั้น โดยจะเชื่อมต่อกับภายนอกผ่านรูขนาดเล็กที่เรียกว่า Ostiole มะเดื่อฝรั่งมีคุณค่าทางโภชนาการโดยผลที่มีสีม่วงแดงจะมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ อีกทั้งยังอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ใยอาหารสูง วิตามิน และแร่ธาตุอีกหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี วิตามินเค โพแทสเซียม สังกะสี และเหล็ก (Phiphatthanawong, 2007)

ในปัจจุบันมะเดื่อฝรั่งเป็นผลไม้ที่มีการปลูกและบริโภคกันมากขึ้นในประเทศไทย แต่ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับมะเดื่อฝรั่งที่ค่อนข้างน้อยมาก โดย Nilsamranchit *et al*. (1985) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของมะเดื่อฝรั่งซึ่งปลูกบนพื้นที่สูงของประเทศไทย พบว่าการเจริญเติบโตของผลมะเดื่อฝรั่งสายพันธุ์ White Marseilles และ Dauphine มีการเจริญเติบโตของผล 3 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตของขนาด ใช้เวลาประมาณ 5-6 สัปดาห์ ในระยะที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตคงที่มีการเพิ่มขนาดเพียงเล็กน้อย ใช้เวลานาน 4-5 สัปดาห์ และในระยะที่ 3 ผลเริ่มมีการขยายใหญ่มากขึ้น ใช้เวลา 3 สัปดาห์ ซึ่งการเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ Double sigmoid curve ใช้เวลาในการเจริญเติบโตของผลจนถึงเก็บเกี่ยวทั้งหมด 14 สัปดาห์ Abo-El-Ez *et al*. (2013) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตมะเดื่อฝรั่ง 3 สายพันธุ์ พบว่าการปลูกมะเดื่อฝรั่งสายพันธุ์ Conadria และ Kadota ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี โดยน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 45.82 และ 34.80 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเฉลี่ย 24.64 และ 25.80 องศาบริกซ์ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เฉลี่ย 0.19 และ 0.12% จาก

การรายงานของ Polat and Caliska (2008) ได้ศึกษาลักษณะของผลมะเดื่อฝรั่งที่ปลูกในสภาพอากาศเขตกึ่งร้อนในเมดิเตอร์เรเนียน พบว่ามีความกว้างผล 35.80-48.40 มม. ความยาวผล 36.20-48.30 มม. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเฉลี่ย 22.70-27.20 องศาบริกซ์ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เฉลี่ย 0.2-0.38% ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาของผลมะเดื่อฝรั่ง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือผู้ปลูกมะเดื่อฝรั่งในการบำรุง ดูแลรักษา และกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะต่อการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะสามารถส่งเสริมให้เกษตรกรมีการจัดการมะเดื่อฝรั่งได้อย่างมีระบบ พร้อมทั้งสามารถพัฒนาปริมาณและคุณภาพของผลผลิตให้ตรงตามความต้องการของตลาด

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 โดยทำการคัดเลือกต้นมะเดื่อฝรั่งที่มีอายุและขนาดที่ใกล้เคียงกัน มีลักษณะที่ดี ไม่เป็นโรค มีความสมบูรณด้านลำต้นและใบ ในต้นที่มีอายุ 2 ปี มีระยะปลูกระหว่างต้น 4 เมตร และระยะปลูกระหว่างแถว 2 เมตร จำนวน 10 ต้น สำหรับการเก็บข้อมูลผลมะเดื่อฝรั่ง ทำการผูกป้ายแท็คไว้ที่ช่อดอกของมะเดื่อฝรั่งที่ใกล้เคียงกันจำนวน 120 ช่อดอก/10 ต้น เริ่มเก็บข้อมูลผลมะเดื่อฝรั่งเมื่อผลมีขนาดเท่ากับ 2-3 มม. ในวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยทำการสุ่มเก็บผลมะเดื่อฝรั่งทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 ผล ภายใน 10 ต้น เพื่อเก็บข้อมูลในด้าน น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล โดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ดิจิตอล การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids, TSS) โดยใช้เครื่อง Hand refractometer การวัดปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (Total Acidity, TA) โดยนำตัวอย่างสด 1 กรัม นำมาไทเทรตกับ 0.1 N NaOH แล้วหาเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของปริมาณกรด การวัดความแน่นเนื้อ (กก./ตร.ซม.) โดยใช้เครื่อง Force Gauge 5100 และ การวัดสีผิวของผล โดยเครื่อง Konica Minolta CR-20

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านสภาพภูมิอากาศระหว่างทำการศึกษา

จากผลการศึกษา ปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านสภาพภูมิอากาศระหว่างการศึกษาการพัฒนาของผลมะเดื่อฝรั่ง พบว่า สัปดาห์ที่ 1-4 ในเดือนธันวาคม–มกราคม มีอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย 24.80-24.43°ซ. (Figure 1) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75.78-78.92% (Figure 2) สัปดาห์ที่ 5-8 เดือนมกราคม–กุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย 23.82-23.80°ซ. (Figure 1) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70.71-62.71% (Figure 2) และสัปดาห์ที่ 9-12 เดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม มีอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ 24.92-26.83°ซ. (Figure 1) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 63.64-57.21% (Figure 2) จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กัน เมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงขึ้นความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง ทั้งนี้มะเดื่อฝรั่งจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิของอากาศประมาณ 25-42°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับต่ำ (Botti *et al.,* 2003)

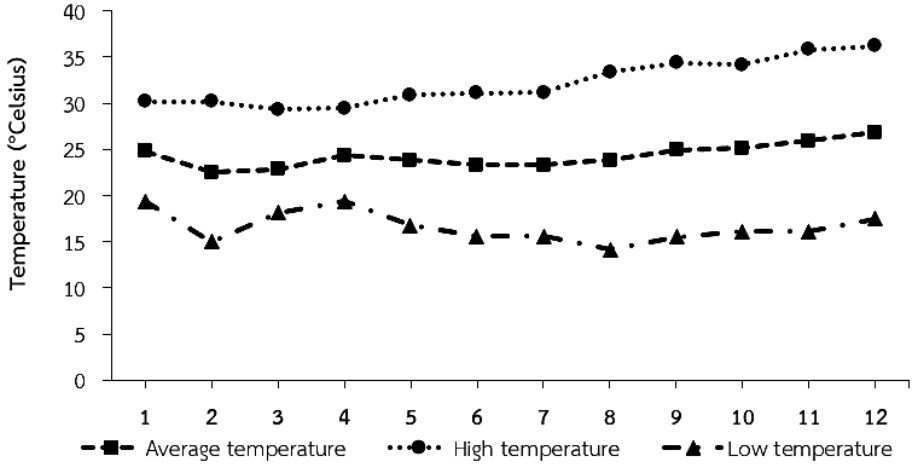

Figure 1 Changes in air temperature on December 2019–March 2020

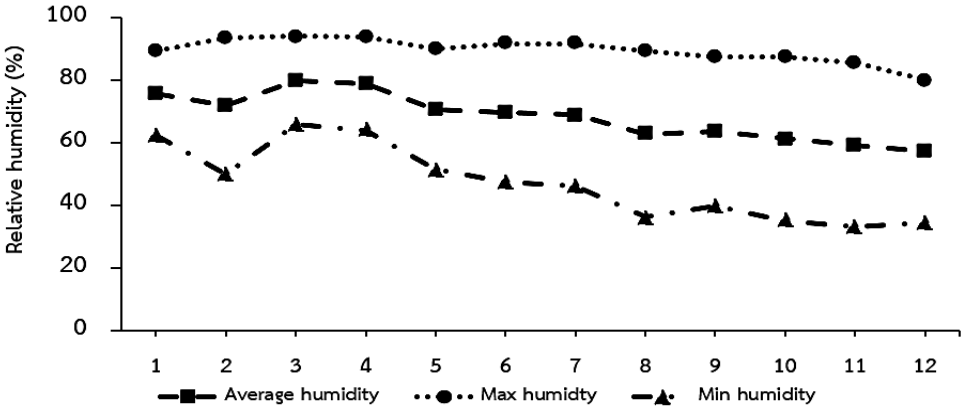

Figure 2 Changes in relative humidity on December 2019–March 2020

น้ำหนักของผล

จากผลการศึกษา การเจริญเติบโตของผลมะเดื่อฝรั่งด้านน้ำหนักของผล พบว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1-4 ในเดือนธันวาคม–มกราคม) ผลมะเดื่อฝรั่งมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 0.01±0.00 ถึง 0.44±0.03 กรัม (Figure 3) ขนาดผลมีการขยายเพิ่มขึ้นเนื่องจากในระยะนี้เป็นระยะ Cell division และ Cell differentiation มีการแบ่งตัว รวมถึงขนาดของ Embryo นอกจากนี้มีการพัฒนาของเซลล์ Pericarp ในส่วนของ Exocarp และ Mesocarp ทำให้น้ำหนักมีการเพิ่มขึ้น (Brummell, 2010)

ระยะที่ 2 หรือระยะ Lag phase (สัปดาห์ที่ 5-8 เดือนมกราคม–กุมภาพันธ์) เป็นช่วงที่ Pericarp เพิ่มขนาดขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะเดียวกันการเจริญเติบโตของผลช้าลง โดยเป็นระยะสำคัญในการที่ขนาดผลมีการขยายตัวไปตามยาว ซึ่งอาจใช้ระยะเวลายาวนาน (Brummell, 2010) โดยการเจริญเติบโตในระยะนี้จะ

สร้างความแข็งแรงให้กับชั้น Endocarp ซึ่งจะมีการสะสมสารที่ทำให้เกิดความแข็งแรง เช่น ลิกนิน (Lignin) หรือ ซูเบอริน (Suberin) รวมไปถึงการสะสมองค์ประกอบของรสชาติภายในของผล (Solutes) และเป็นระยะการติดผลแบบ Vegetative parthenocarpy โดยรังไข่ของดอกเพศเมียที่อยู่ภายในช่อดอกที่เรียกว่า Syconium มีการพัฒนาขึ้นเป็นผลย่อยโดยไม่ต้องมีการปฏิสนธิและเจริญเติบโตขึ้นได้ เนื่องจากรังไข่ ฐานรองดอก และส่วนอื่นๆ มีปริมาณฮอร์โมนเพียงพอ (Techawongstien, 2004) มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 0.75±0.06 ถึง 11.60±0.20 กรัม (Figure 3) เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS ที่เพิ่มสูงขึ้น แต่สีผิวของผลไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้

ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 9-12 เดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม) ซึ่ง Rosianski *et al.* (2016) ได้อธิบายว่ามะเดื่อฝรั่ง ในระยะนี้ Pericarp ในชั้น Mesocarp มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นระยะ Cell enlargement และ Cell expansion มีการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน ได้แก่ ABA และ IAA ในช่วงนี้ระดับของ IAA เพิ่มขึ้นเป็น 3-4 เท่า พร้อมด้วยการเพิ่มขึ้นของเอทิลีนอย่างรวดเร็ว และการลดลงของระดับ GA นอกจากนี้ยังพบการสะสมคาร์โบไฮเดรต แป้ง และการหายใจเพิ่มขึ้น (Brummell, 2010) นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ในสัปดาห์ที่ 11 คือ 42.01 กรัม และเพิ่มอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 12 ถึง 69.39 กรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 9-12 อยู่ที่ 12.97±0.52 ถึง 69.39±2.11 กรัม (Figure 3) โดยให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Nilsamranchit *et al.* (1985) พบว่า ระยะที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตของผล ใช้เวลาประมาณ 5-6 สัปดาห์ ในระยะที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตคงที่ มีการเพิ่มขนาดเพียงเล็กน้อย ใช้เวลานาน 4-5 สัปดาห์ ในระยะที่ 3 ผลเริ่มมีการขยายใหญ่ขึ้น ใช้เวลาประมาณ 3 สัปดาห์ และสอดคล้องกับ Crane and Brown (1950) ในสายพันธุ์ Mission และเกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลจากสีเขียวเป็นสีแดง-ม่วง

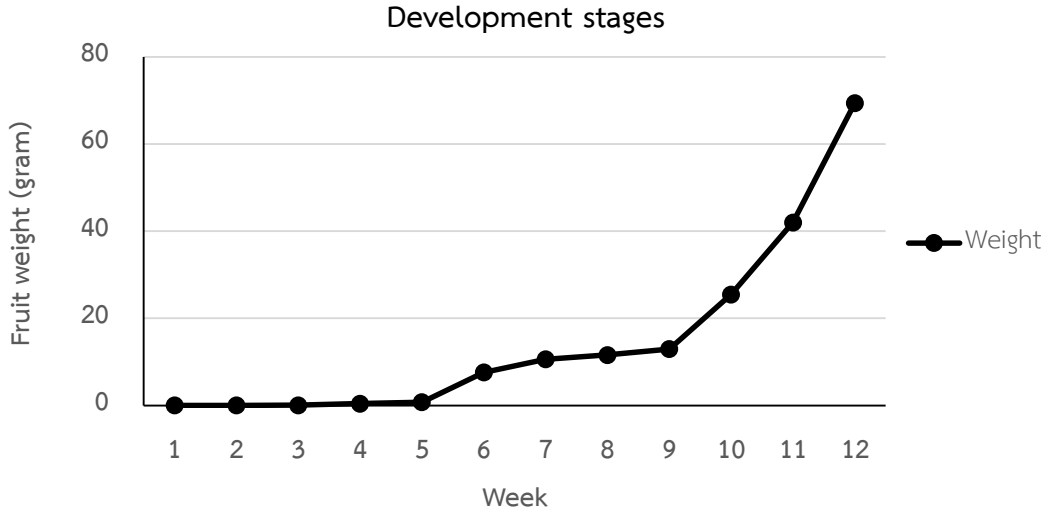

Figure 3 Development of fig on fruits weight

ความกว้างและความยาวของผล

ด้านความกว้างและความยาวของผลมะเดื่อฝรั่ง พบว่า ในระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1-4 ในเดือนธันวาคม–มกราคม) จะมีความกว้างและความยาวเฉลี่ย 1.89±0.07 ถึง 6.69±1.38 มม. และ 2.03±0.29 ถึง 10.17±1.38 มม. ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 5-8 เดือนมกราคม–กุมภาพันธ์) มีความกว้างและความยาวของผลเฉลี่ย 12.85±2.88 ถึง 31.60±4.41 มม. และ 21.48±4.15 ถึง 50.66±3.44 มม. และระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 9-12 เดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม) มีความกว้างและความยาวของผลเฉลี่ย 33.21±4.01 ถึง 40.94±3.71 มม. และ 52.57±3.31 ถึง 62.79±2.74 มม. ตามลำดับ (Figure 4)

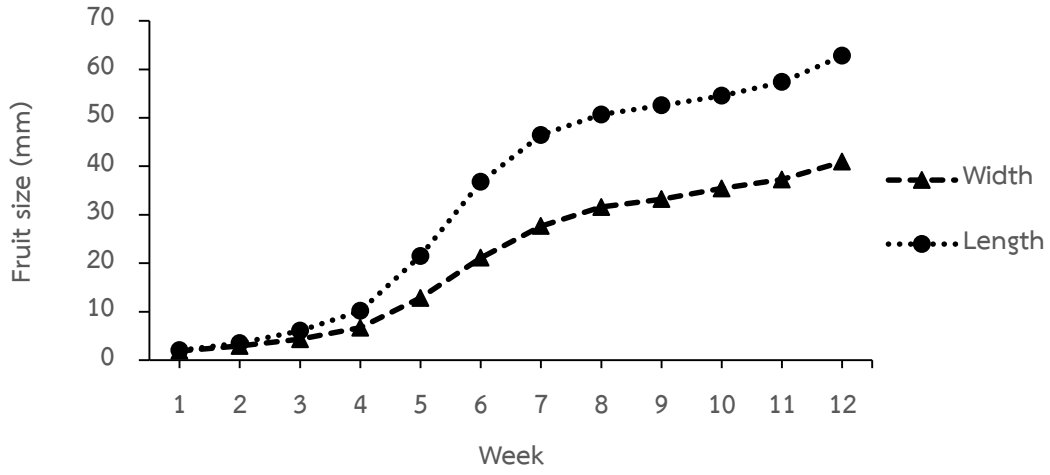

Figure 4 Development of fig on fruits size

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่าในสัปดาห์ที่ 6-10 (เดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม) เฉลี่ยอยู่ที่ 6.30±0.13 ถึง 8.10±0.69 องศาบริกซ์ และสัปดาห์ที่ 11-12 (เดือนมีนาคม) เฉลี่ยอยู่ที่ 11.45±0.74 ถึง 17.80±0.95 องศาบริกซ์ โดย Ersoy *et al*. (2007) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมะเดื่อฝรั่งระหว่างการพัฒนาของผลจะเพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 และระยะที่ 3 อาจเป็นผลมาจากการสลายแป้งเป็นน้ำตาลและการเคลื่อนที่ของน้ำตาลจากแหล่งสร้างไปสู่แหล่งใช้ (Source-Sink Relationship) (Biale, 1961; Kulkarni and Aradhya, 2005) ปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ในสัปดาห์ที่ 6-10 (เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม) เฉลี่ยอยู่ที่ 0.19±0.08 ถึง 0.35±0.07% โดยปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการพัฒนาของผล (Moing *et al.,* 2001) และสัปดาห์ที่ 11-12 (เดือนมีนาคม) ปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้มีปริมาณลดลง เฉลี่ย 0.30±0.05 ถึง 0.23±0.05% (Figure 5) เนื่องจากในระหว่างการสุกกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกใช้เป็นสาร ตั้งต้นสำหรับกระบวนการหายใจ ซึ่งในระหว่างการสุกการหายใจจะเพิ่มขึ้นรวมไปถึงการย่อยสลายของเอมไซม์ (Dokoozlian, 2010; Hatami *et al.,* 2012)

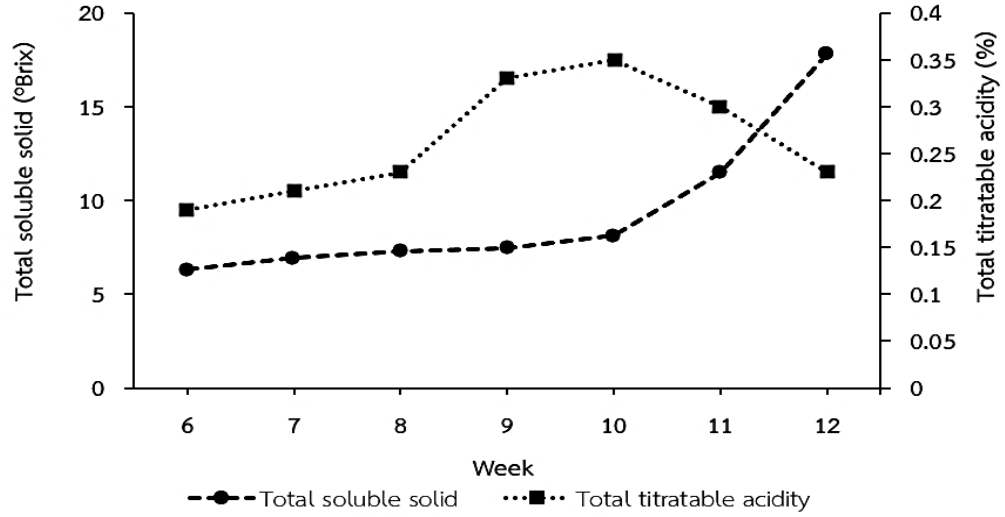

Figure 5 Development of fig on total soluble solid and total titratable acidity

ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อ พบว่าในสัปดาห์ที่ 6 (เดือนมกราคม) อยู่ที่ 1.40±0.26 กก./ตร.ซม. สัปดาห์ที่ 7 (เดือนมกราคม) มีความแน่นเนื้อสูงที่สุด 2.60±0.30 กก./ตร.ซม. ส่วนสัปดาห์ที่ 8-12 (เดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม) มีความแน่นเนื้อลดลงตามลำดับ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.30±0.21 ถึง 0.10±0.01 กก./ตร.ซม. (Figure 6) สอดคล้องกับ Crisosto *et al.* (2010) ศึกษาการประเมินคุณลักษณะด้านคุณภาพของมะเดื่อฝรั่งทั้งสองระยะการเก็บเกี่ยว พบว่า เมื่อผลมีการสุกเพิ่มขึ้นจะทำให้ความแน่นเนื้อลดลง ซึ่งความแน่นเนื้อที่ลดลงอาจเนื่องมาจากการแสดงออกของยีนส์ในผนังเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสุกของมะเดื่อฝรั่ง ของ Polysaccharides ในผนังเซลล์ตามระยะพัฒนาในผลมะเดื่อฝรั่ง มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างเห็นได้ชัดในระหว่างผลที่มีการเริ่มสุกและเมื่อผลสุกเต็มที่ (Owino *et al.,* 2004)

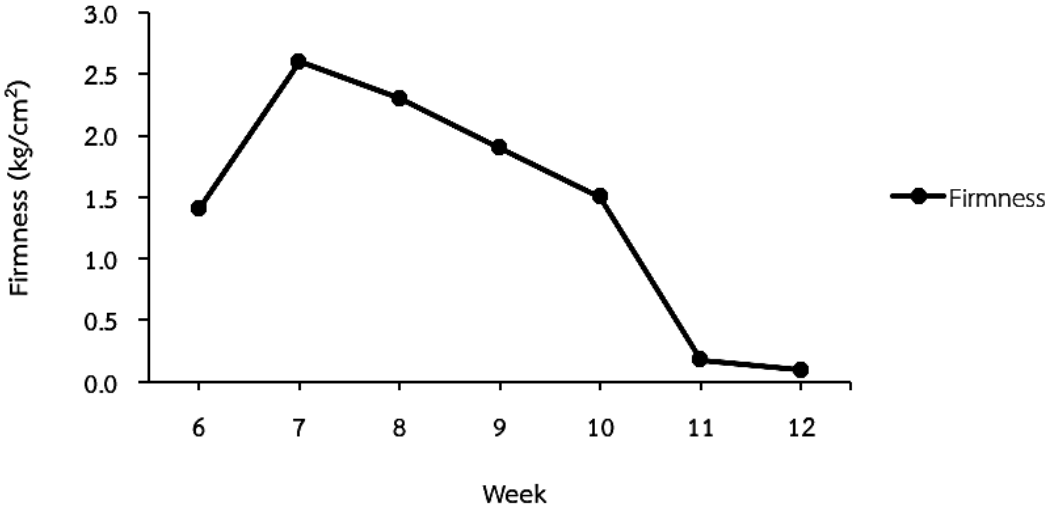

Figure 6 Development of fig on fruits firmness

สีผิวของผล

ความสว่างของสีผิว (L*) พบว่า ในสัปดาห์ที่ 6-12 (เดือนมกราคม–มีนาคม) มีค่าอยู่ในช่วง 52.56±1.21 ถึง 31.53±1.32 สีแดงและสีเขียวของผิวผล (a*) ในสัปดาห์ที่ 6-10 (เดือนมกราคม–มีนาคม) มีค่าอยู่ในช่วง -9.13±0.38 ถึง -6.8±1.00 ซึ่งทำให้สีเข้าใกล้สีแดง ส่วนสัปดาห์ที่ 11-12 (เดือนมีนาคม) มีค่าลดลง 18.2±0.62 ถึง 15.1±3.48 ทำให้สีผิวเข้าใกล้สีดำหรือม่วง และสีน้ำเงินของผิวผล (b*) ในสัปดาห์ที่ 6-11 (เดือนมกราคม–มีนาคม) มีค่าอยู่ในช่วง 37.96±1.68 ถึง 44.86±0.90 ซึ่งทำให้สีผิวเข้าใกล้สีเหลือง ส่วนสัปดาห์ที่ 12 (เดือนมีนาคม) มีค่าลดลง 7.96±1.64 ทำให้สีผิวเข้าใกล้สีดำหรือม่วง (Figure 7) เนื่องจากกระบวนการสุกมีผลทำให้ผนังเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง ผลนิ่ม และมีการเปลี่ยนสี โดยปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่สูงในระยะแรก และลดต่ำลงในระยะใกล้สุก เช่นเดียวกับปริมาณแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินที่จะมีน้อยในระยะแรกและเพิ่มขึ้นในระยะใกล้สุก (Rooban *et al*., 2016) นอกจากนี้ Zhao *et al*. (2015) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนสีในระหว่างการพัฒนาของผลทับทิม โดยคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์จะลดลง ส่วนแอนโทไซยานินมีการเพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาของผล

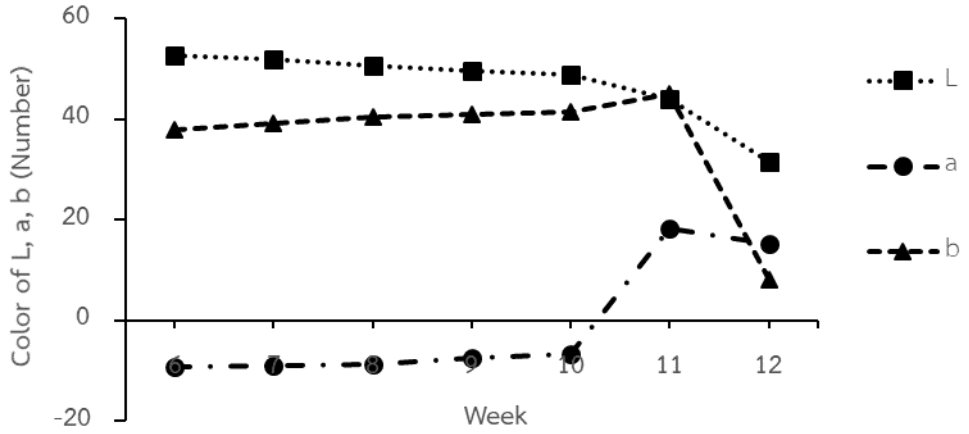

Figure 7 Development of fig on fruits skin

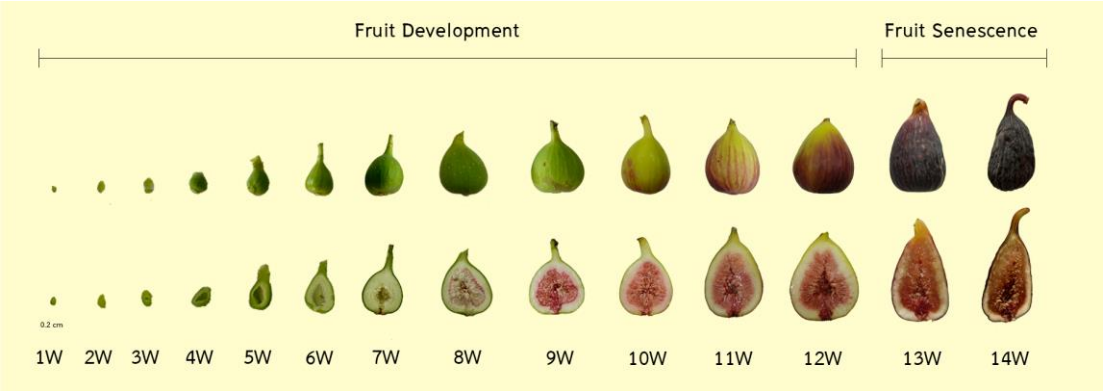

Figure 8 Fruits at different stage of growth (1W-4W December–January, 5W–8W January–February, 9W-12W February–March, 13W-14W March)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลมะเดื่อฝรั่ง พบว่าการเจริญเติบโตของผลมะเดื่อฝรั่งมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ Double sigmoid curve สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ในสัปดาห์ที่ 1-4 ผลมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักผลอย่างช้าๆ โดยมีน้ำหนักผลเท่ากับ 0.01±0.00 ถึง 0.44±0.03 กรัม ระยะที่ 2 ในสัปดาห์ที่ 5-8 ผลมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น มีน้ำหนักผลเท่ากับ 0.75±0.06 ถึง 11.60±0.20 กรัม และ ระยะที่ 3 ในสัปดาห์ที่ 9-12 ผลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างอย่างรวดเร็ว โดยมีน้ำหนักผลเท่ากับ 12.97±0.52 ถึง 69.39±2.11 กรัม ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความแน่นเนื้อ ในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 17.80±0.95 องศาบริกซ์ 0.23±0.05% และ 0.10±0.01 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ขณะที่สีผิวผลเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองในสัปดาห์ที่ 10 และเปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วงจนถึงสีม่วงดำในสัปดาห์ที่ 12

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบิดา มารดา คณาจารย์ และบุคลากรที่ได้ให้การสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุนศิษย์ก้นกุฏิสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Abo-El-Ez, A.T., R.A.A. Mostafa and I.F. Badawy. 2013. Growth and productivity of three fig (*Ficus carica* L.) cultivars grown under upper Egypt conditions. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences** 7(2): 709-714.

Biale, J.B. 1961. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research** 10: 293-354.

Botti, C., N. Franck, L. Prat, D. Ionnandis and B. Morales. 2003. The effect of climatic conditions on fresh fig fruit yield, quality and type of crop. **Acta horticulturae** DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.605.4. 37-44.

Brummell, D.A. 2010. Fruit Growth Ripening and Post-harvest Physiology. pp. 1-50. *In* Bieleski, R.L. I.B. Ferguson and E.A. MacRae (eds.). **Plants in Action.** 1st Edition. Australia: Plant Science Societies, Australian Society of Plant Scientists.

Chairauengyoth, T. 2019. **Khun Lee's garden and planting figs in Thailand.** [Online]. Available https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_97008. (25 January 2020). [in Thai]

Crane, J.C. and J.G. Brown. 1950. Growth of the fig fruit, *Ficus carica* var. Mission. **American Society for Horticultural Science** 56: 93-97.

Crisosto, C.H., V. Bremer, L. Ferguson and G.M. Crisosto. 2010. Evaluating quality attributes of four fresh fig (*Ficus carica* L.) cultivars harvested at two maturity stages. **HortScience** 45(4): 707-710.

Dokoozlian, N.K. 2010. Grape berry growth and development. **Raisin Production Manual** 3393: 30.

Ersoy, N., S. Gozlekçki and L. Kaynak. 2007. Changes in sugar contents of fig fruit (*Ficus carica* L. cv. Bursa Siyahi) during development. **Suleyman Demirel Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi** 2(2): 22-26.

Hatami, M., S. Kalantari and M. Delshad. 2012. Responses of different maturity stages of tomato fruit to different storage conditions. **VII International Postharvest Symposium** 1012: 857-864.

Heng, H.T. 2019. **Figs are trending in Southeast Asia.** [Online]. Available https://www.mintel.com/blog/food-market-news/figs-are-trending-in-southeast-asia (11 August 2020). [in Thai]

Kulkarni, A.P. and S.M. Aradhya. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. **Food Chemistry** 93(2): 319-324.

Moing, A., C. Renaud, M. Gaudillère, P. Raymond, P. Roudeillac and B. Denoyes-Rothan. 2001. Biochemical changes during fruit development of four strawberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 126(4): 394-403.

Nilsamranchit, S., J. Thongtham and P. Punsri. 1985. Growth of the Common Fig (*Ficus carica* L.) Grown on the Highlands of Thailand. pp. 258-266. *In* **Proceedings of the 23rd Kasetsart University Meeting 4-7 February 1985**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]

Owino, W.O., R. Nakano, Y. Kubo and A. Inaba. 2004. Coordinated expression patterns of genes encoding cell wall modifying enzymes during ripening in distinct anatomical regions of the fig (*Ficus carica* L.) fruit tissue. **Postharvest Biology and Technology** 32: 253-261.

Phiphatthanawong, N. 2007. **Temperate Small Fruits Production in Tropical Zone**. Bangkok: Kasetsart University Press. 176 p. [in Thai]

Polat, A.A. and O. Caliskan. 2008. Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica* L.) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science** 36(2): 107-115.

Prabthuk, W. 2016. **Tree Arrangement and Pruning of High Trees Fruit**. Chiang Mai: Highland Research and Development Institute (Public Organization). 141 p. [in Thai]

Puechkaset. 2016. **Figs (Fig): Properties and cultivation of figs**. [Online]. Available https://puechkaset.com/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%9D%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%87/ (25 January 2020). [in Thai]

Rooban, R., M. Shanmugam, T. Venkatesan and C. Tamilmani. 2016. Physiochemical changes during different stages of fruit ripening of climacteric fruit of mango (*Mangifera indica* L.) and non-climacteric of fruit cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Applied and Advanced Research** 1(2): 53-58.

Rosianski, Y., A. Doron-Faigenboim, Z.E. Freiman, K. Lama, S. Milo-Cochavi, Y. Dahan, Z. Kerem and M.A. Flaishman. 2016. Tissue-specific transcriptome and hormonal regulation of pollinated and parthenocarpic fig (*Ficus carica* L.) fruit suggest that fruit ripening is coordinated by the reproductive part of the syconium. **Frontiers in Plant Science** 7(1696): 1-14.

Techawongsien, S. 2004. **Horticulture Physiology** Khon Kaen: Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. 173 p. [in Thai].

Zhao, X., Z. Yuan, Y. Yin and L. Feng. 2015. Patterns of pgment changes in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel during fruit ripening. **Acta Horticulturae** 1089: 83-89.