

การศึกษาลักษณะทางกายภาคของเปลือก และ ปากใบของผลหม่อน
Study on Peel Morphology and Stomata of Mulberry (*Morus* spp.) Fruit

มาระตรี เปลียนศิริชัย¹ กษวรรณ ผาพรหม¹ นवलอนงค์ นาคคง² สุจริต ส่วนไพโรจน์³ สถาพร วงศ์เจริญวานิก⁴
วิโรจน์ แก้วเรือง⁵ และ David W. Turner⁶
Maratree Plainsirichai¹, Kasawan Phaphom¹, Naul-anong Narkkong², Sucharit Suanphairoch³,
Sathaporn Wongareonwanakit⁴, Wiroje Kaewruang⁵ and David W. Turner⁶

Abstract

Mulberry (*Morus* spp.) can be grown well in temperate and tropical regions. The mulberry fruit contains 0.21% calcium, vitamin B 6 930 mg./kg, and folic acid 6.87 mg/kg. The fruit is in high demand for the world market for fresh consumption and for producing wine. However, after harvest, mulberry fruit loses water quickly and disease occurs. It has a short storage life of only 2-3 days at room temperature (30 °C). We studied peel morphology and stomata of fresh mulberry fruit by using the Scanning Electron Microscope (SEM). Fresh fruits of mulberry cvs. Bureerum 60 and Cheingmai at the ripe stage, 46 days after anthesis and when fully ripe at 53 days after anthesis were used. There were no differences between layers of epicuticular wax and parenchyma of either cultivars at either stage. However, fully ripened fruit of Bureerum 60 had the largest stomata (19.7 µm) that were similar in size to those at the ripe stage (18.9 µm). However, they were larger than those on ripe (17.8 µm) and fully ripened fruit of Cheingmai (17.7 µm). In addition, fully ripened Bureerum 60 fruit had the largest stomatal pore opening (13.5 µm), which was similar to that of ripened fruit of Bureerum 60 (11.4 µm). However, they were larger than those on ripe (11.0 µm) and fully ripened fruit of Cheingmai (9.5 µm). *This finding tells us that stomata and stomatal pore opening vary in size between Bureerum 60 and Cheingmai. The rate of water loss is, therefore, different between these two cultivars.*

Key words mulberry, epicuticular wax , stomata

บทคัดย่อ

หม่อน (mulberry; *Morus* spp.) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่นถึงเขตร้อน ผลหม่อน มีปริมาณแคลเซียม 0.21% วิตามินบี 6 930 มก./กก. และ โฟลิก 6.87 มก./กก. เป็นที่ต้องการของตลาด เพื่อ การบริโภคสดและการผลิตไวน์ อย่างไรก็ตามหลังเก็บเกี่ยวผลหม่อนมีการสูญเสีย น้ำหนักและเกิดโรคอย่างรวดเร็ว มีอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 2-3 วัน (ที่อุณหภูมิห้อง~30°C) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาคของเปลือก และปากใบของผลหม่อนสด ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ใช้ผลหม่อนสดพันธุ์บุรีรัมย์ 60 และพันธุ์เชียงใหม่ ที่ระยะผลห่าม (หลังดอกบาน~46 วัน) และผลสุก (หลังดอกบาน~53 วัน) พบว่าชั้นของ epicuticular wax และ parenchyma ของหม่อนทั้งสองพันธุ์ ทั้งสองระยะมีลักษณะไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ผลสุกพันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีขนาดปากใบกว้างที่สุด (19.7 µm) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลห่ามของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 (18.9 µm) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลห่ามของพันธุ์เชียงใหม่ (17.8 µm) และผลสุกของพันธุ์เชียงใหม่ (17.7 µm) นอกจากนี้ผลสุกของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ยังมีขนาดของช่องเปิดของปากใบกว้างมากที่สุด (13.5 µm) ไม่แตกต่าง ทางสถิติกับผลห่ามของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 (11.4 µm)

¹ สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

¹ Division of Plant Production Technology, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000

² ศูนย์เครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² Center of scientific instrument unit, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000

³ ภาควิชาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี 94000

³ Department of Technology and Industries, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pathanee 94000

⁴ ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติ ฯ อุตรธานี

⁴ Queen Sirikit Sericulture Center (Udon-Thani)

⁵ ศูนย์นวัตกรรมไหม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

⁵ Silk Innovation center, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000

⁶ School of Plant Biology, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, The University of Western Australia, Crawley, WA 6009, Australia

แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลห่าม (11.0 μm) และผลสุกพันธุ์เชียงใหม่ (9.5 μm) จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าขนาดของปากใบและขนาดของช่องเปิดของปากใบมีความแตกต่างกันในหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 และเชียงใหม่ ส่งผลให้อัตราการสูญเสียน้ำมีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ หม่อน ไช ปากใบ

คำนำ

หม่อน (*Mulberry; Morus* ssp.) เป็นไม้ยืนต้น อยู่ในวงศ์ Moraceae เช่นเดียวกับปอสา ขนุน โพธิ์ และไทร (วิโรจน์, 2540) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเขตกึ่งหนาว (temperate zone) และเขตกึ่งร้อน (subtropical zone) (วุฒิกกร, 2540) หม่อนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ใบหม่อนใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงไหม และผลหม่อนแปรรูปทำน้ำผลไม้ ไวน์ แยม และ เยลลี่ ตลอดจนรับประทานผลสด โดยผลหม่อนมีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น มีวิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในปริมาณสูง เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลหม่อนมีอายุการเก็บรักษาสั้น หลังจากเก็บเกี่ยวสามารถเก็บรักษาได้นานเพียง 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 3^{\circ}\text{C}$) มีการสูญเสียน้ำ เกิดโรค และคุณภาพของผลหม่อนลดลงอย่างรวดเร็ว (วสันต์, 2546)

ผลหม่อนจัดอยู่ในกลุ่มของผลรวม (inflorescent fruit) ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากช่อดอกทั้งช่อรวมกันเป็นผลเดียวกัน แต่สามารถมองเห็นเป็นผลเล็กๆ (syconus) แยกกันอยู่บนแกนของช่อผล จัดเป็นผลประเภท parthenocarpic fruit คือ ผลที่เกิดจากรังไข่ที่ไม่มีการผสมเกสร ผลหม่อนมีขนาดเล็ก และมีระยะเวลาการสุกของผลไม่พร้อมกันทั้งต้น โดยจะค่อย ๆ สุกทีละผล (วสันต์, 2546) พันธุ์หม่อนรับประทานผลสดที่นิยม คือ พันธุ์บุรีรัมย์ 60 และ เชียงใหม่ (วสันต์, 2534)

ลักษณะทางกายภาพของเปลือกโดยเฉพาะไข (wax) (ซึ่งประกอบด้วย fatty acid) ที่เคลือบอยู่บริเวณผิวชั้นนอกของ epidermal cells ช่วยลดการคายน้ำ นอกจากนี้ปากใบ (stomata) ที่อยู่บริเวณผิวของ epidermis ยังช่วยควบคุมการผ่านเข้าออกของแก๊ส และ น้ำ ซึ่งมีผลต่อการหายใจ และการสูญเสียน้ำหนัก (จิ่งแท้, 2544; Dickison, 2000) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเปลือก และปากใบของผลหม่อน เพื่อความเข้าใจขบวนการสูญเสียน้ำของผลหม่อน อันจะนำไปสู่การศึกษายืดอายุการเก็บรักษาผลหม่อน มีสมมติฐานของการวิจัย คือ 1) ผลหม่อนที่ระยะสุกน่าจะมีไข (epiticular wax) น้อยกว่าผลหม่อนในระยะห่ามในทั้งสองพันธุ์ 2) ผลหม่อนในระยะสุกน่าจะมีจำนวนปากใบที่เปิดมากกว่าผลหม่อนในระยะห่าม 3) ผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่น่าจะมี ไช และ จำนวนปากใบที่เปิดมากกว่าหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ในทั้งสองระยะ

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ผลหม่อนสดพันธุ์บุรีรัมย์ 60 และพันธุ์เชียงใหม่ ที่ระยะผลห่าม คือ ผลมีสีแดงแกมม่วง (มีอายุหลังดอกบาน 46 วัน) และ ผลสุก คือ ผลมีสีม่วงดำ (อายุหลังดอกบาน 53 วัน) ตัดแต่ละผลเล็กๆ (syconus) ให้มีขนาด $1 \times 1 \times 0.5$ cm แช่ใน 2.5% glutaraldehyde ใน 0.1 phosphate buffer pH 7.2 ที่อุณหภูมิ 4°C นาน 24 hrs เพื่อคืนสภาพโปรตีน (protein fixative) ล้างด้วย 0.1 phosphate buffer pH 7.2 จำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 20-30 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C จากนั้นแช่ใน 1% osmium tetroxide ณ อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 3^{\circ}\text{C}$) นาน 2 hrs เพื่อคงสภาพไขมัน แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ๆ ละ 30 นาที แช่แข็งด้วย liquid nitrogen แล้วเก็บที่ deep freeze อย่างน้อย 2 hrs เพื่อคงสภาพตัวอย่าง แล้วนำทำให้แห้งโดยใช้เครื่อง freeze dryer เคลือบตัวอย่างที่แห้งแล้วด้วยเปลวทอง ก่อนนำไปศึกษาด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่น JSM-6460 LV เก็บข้อมูลด้าน ลักษณะของ epiticular wax ขนาดของปากใบ (stomata size) และ ขนาดของปากใบที่เปิด (stomatal pore opening size)

ผลและวิจารณ์

ชั้นของไข (epiticular wax) และ parenchyma ของหม่อนทั้งสองพันธุ์ มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายจานแบนเล็ก (platelets) โดยหม่อนทั้งสองระยะ (ผลสีแดงแกมม่วง และ ผลสีม่วงดำ) มีลักษณะไม่แตกต่างกัน ชั้นของไขของหม่อนทั้งสองพันธุ์ทั้งสองระยะไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากหม่อนทั้งสองระยะมีจำนวนวันหลังออกดอกที่แตกต่างกันไม่มาก คือแตกต่างกันเพียง 7 วัน ในผล cranberry, Mustafa *et al.* (2000) (อ้างโดย Dickison, 2000) พบว่า ผลในระยะสีแดงมีชั้น cuticle ที่หนากว่าผลในระยะสีขาว รูปร่างของ epiticular wax ของผลหม่อนมีความคล้ายคลึงกับที่พบในผิวใบของแพร์ (*Pyrus communis*) แต่มีความแตกต่างกับใบของ Aristolochia type ที่มีลักษณะเป็น ridged rodlets

ผลหม่อนสุกพันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีขนาดปากใบกว้างที่สุด (19.7 μm) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลห่ามของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 (18.9 μm) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลห่ามของพันธุ์เชียงใหม่ (17.8 μm)

และผลสุกของพันธุ์เชียงใหม่ (17.7 μm) (ตารางที่ 1) ปากใบช่วยควบคุมการผ่านเข้าออกของแก๊ส โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ และ ออกซิเจน ซึ่งมีผลต่อการหายใจ นอกจากนี้ปากใบยังมีผลต่อการสูญเสียน้ำ จากการทดลองนี้แสดงว่าผลห่ามน่าจะมีการสูญเสียน้ำไม่แตกต่างจากหม่อนสุกในหม่อนทั้งสองพันธุ์ แต่ผลหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ซึ่งมีขนาดของปากใบที่กว้างกว่าน่าจะมีการหายใจ และ สูญเสียน้ำมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่

ผลสุกของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีขนาดของช่องเปิดของปากใบกว้างมากที่สุด (13.5 μm) ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลห่ามของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 (11.4 μm) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับผลห่าม (11.0 μm) และผลสุกพันธุ์เชียงใหม่ (9.5 μm) (ตารางที่ 1) การเปิดของปากใบมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ แสง โปแตสเซียมไอออน (K^+) และ กรด *abscisic acid* (ABA) ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ (<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e32/32f.htm>) จากการทดลองนี้ ผลห่ามน่าจะมีการสูญเสียน้ำไม่แตกต่างจากหม่อนสุกในหม่อนทั้งสองพันธุ์ แต่ผลหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ซึ่งมีขนาดของปากใบที่เปิดกว้างกว่าน่าจะมีการหายใจ และ สูญเสียน้ำมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่

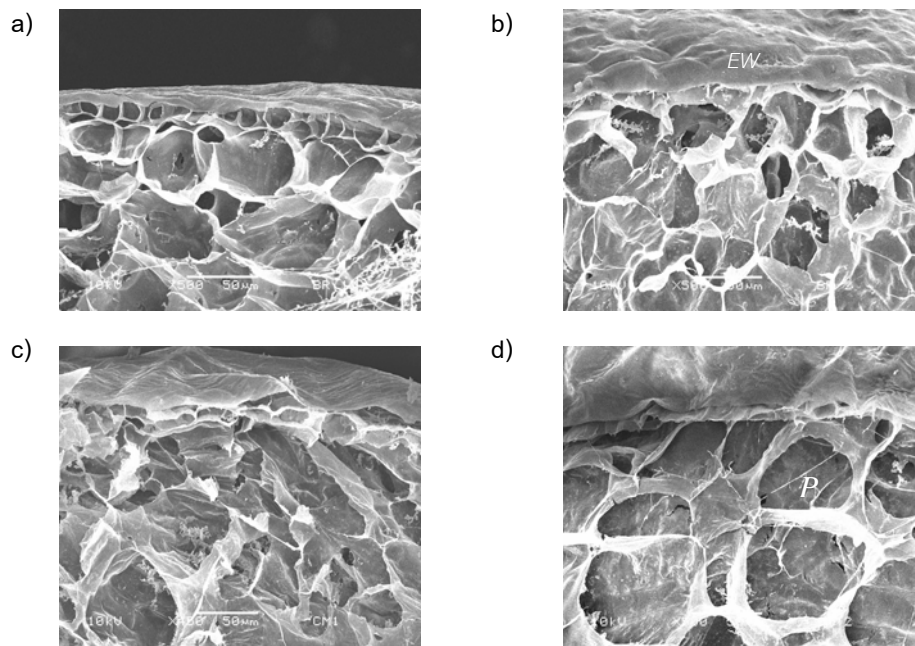


Fig 1. Peel morphology of mulberry cv. Burreerum 60 (a) ripened fruit, (b) fully ripened fruit, and cv. Cheingmai (c) ripened fruit and (d) fully ripened fruit. [(a)-(d) bar = 50 μm] (EW = epitcular wax, P = Parenchyma tissue).

Table 1. Size of stomata and stomatal pore opening of mulberry fruit cv. Burreerum 60 and Cheingmai (μm)

Mulberry fruit	Stomata size (μm)	Stomatal pore opening size (μm)
Ripened Burreerum 60	11.43 a	18.84 a
Fully ripened Burreerum 60	13.48 a	19.74 a
Ripened Cheingmai	10.93 b	17.75 b
Fully ripened Cheingmai	9.53 b	17.65 b
F-test	**	**
CV (%)	18.36	31.44

Means not sharing the same letter were significantly different at $P = 0.05$

สรุป

จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่าขนาดของปากใบและขนาดของช่องเปิดของปากใบมีความแตกต่างกันในหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 และเชียงใหม่ ส่งผลให้อัตราการสูญเสียน้ำมีความแตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัย มหาสารคาม และศูนย์นวัตกรรมใหม่ ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2538. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 น.
- วุฒิกกร จงเจริญ. 2540. **หม่อนไหมสารพัดประโยชน์จริงๆ**. มติชน. ประจำวันที่ 23 พฤษภาคม 2540. น 29.
- วสันต์ น้อยภิรมย์. 2543. **การปลูกหม่อนเพื่อรับประทานผลสด**. กสิกร. 73(3): 293-299.
- วสันต์ น้อยภิรมย์. 2546. **หม่อนรับประทานผลและการแปรรูป**. สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. นันทกานต์กราฟฟิคการพิมพ์, กรุงเทพฯ 74 น.
- วิโรจน์ แก้วเรือง. 2540. **หม่อน & ไหม พืช และสัตว์สารพัดประโยชน์**. สถาบันวิจัยหม่อนไหม. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 28 น.
- Dickison W.C. 2000. Integrative plant anatomy. Academic Press. California. 533 p. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/online/e32/32f.htm>
- Ozgen, M., Palta, J.P. and Smith, J.D. 2002. Ripeness stage at harvest influences postharvest life of cranberry fruit: physiological and anatomical explanations. Postharvest Biology and Technology. 24(3): 294-299. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/online/e32/32f.htm>.