

การศึกษาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวและขนาดผลที่มีต่อคุณภาพผล ของมะนาวพันธุ์ 'แป้นบ้านแพ้ว'

A Study on Harvesting Seasons and Different Fruit Sizes on 'Pan Baan Phaeo' Lime Fruit Qualities

สรिता บัวทอง¹ วชิรญา อิมสบาย¹ และปวีณา ชื่นวาริน¹

Sarida Buathong¹, Wachiraya Imsabai¹ and Paweena Chuenwarin¹

บทคัดย่อ

มะนาวที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค คือ พันธุ์ 'แป้นบ้านแพ้ว' แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงคุณภาพของมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วเปรียบเทียบกันทั้งสองฤดูกาลเก็บเกี่ยว คือ ฤดูแล้ง (มกราคม 2561) และฤดูฝน (สิงหาคม 2561) จึงได้ประเมินลักษณะคุณภาพของมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วจากตลาดไท จำนวน 3 ขนาด คือ เบอร์ 4, 5 และ 6 พบว่า มะนาวที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล น้ำหนักน้ำคั้น ความหนาเปลือก จำนวนเมล็ด และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) น้อยกว่ามะนาวที่เก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง ส่วนปริมาณน้ำคั้น ปริมาณวิตามินซี และ TA ของมะนาวที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง สำหรับปัจจัยด้านขนาดผล พบว่า ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล และน้ำหนักน้ำคั้น ของมะนาวเบอร์ 4 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ เบอร์ 5 และ เบอร์ 6 แต่ปริมาณ TA และ TSS เพิ่มขึ้นเมื่อขนาดผลเล็กลง นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลและขนาดผลมีปฏิสัมพันธ์กันต่อจำนวนกลีบ จำนวนเมล็ด ปริมาณวิตามินซี TA TSS และอัตราส่วน TSS/TA

คำสำคัญ: *Citrus aurantifolia* ขนาดผล คุณภาพผล ฤดูกาล มะนาวแป้น

Abstract

'Pan Baan Phaeo' is the most popular lime cultivar produced in Thailand; however, information on the quality of the fruit, and in particular on the quality of the fruit cultivated in the dry (January) and rainy (August) seasons is very limited. In this research, we therefore aimed to determine and compare the quality of limes obtained from some Talaad Thai (fruit and vegetable flea market), sampling three different fruit sizes, namely, sizes 4, 5, and 6. The results indicated that harvesting season affected the fruit length, fruit diameter, fruit weight, juice weight, fruit rind thickness, number of seeds per fruit, and the total soluble solids (TSS), and titratable acidity (TA) ratio (TSS/TA) values, all of which were higher in the dry season than in rainy season, whereas the juice content, vitamin C content, and TA were lower in the dry season. Concerning the parameters of fruit size, we found that the fruit length, fruit diameter, fruit weight, and juice weight of the Pan Baan Phaeo 4 were the highest, followed by Pan Baan Phaeo 5 and 6, but the TA and TSS increase were the highest in Pan Baan Phaeo 6, followed by Pan Baan Phaeo 5 and 4. Furthermore, there was an interaction of season and size that affected the number of segments per fruit, number of seeds per fruit, vitamin C content, TA, TSS, and TSS/TA.

Keywords: *Citrus aurantifolia* Swingle, fruit size, fruit quality, season, Mexican lime

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author, Email: paweena.chue@ku.th

คำนำ

ตลาดไท ซึ่งเป็นตลาดกลางค้าส่งสินค้าเกษตรที่ให้ผู้ขายและผู้ซื้อได้เข้ามาทำการค้าขายสินค้าเกษตรกันโดยตรงอย่างเสรี และมีการเก็บสถิติราคาของสินค้าในทุก ๆ วัน เป็นแหล่งสำคัญในการรวบรวมและกระจายสินค้าทางการเกษตรทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ ซึ่งมีการจำหน่ายมะนาวพันธุ์ 'แป้นบ้านแพ้ว' เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นมะนาวพันธุ์สำคัญทางการค้า ในประเทศไทย โดยมีลักษณะที่ดี คือ เปลือกบางและปริมาณน้ำมาก แต่ทั้งนี้มะนาวแป้นบ้านแพ้วมีราคาผลผลิตต่างกันในแต่ละขนาดของผล และราคาก็แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จัดทำมาตรฐานสินค้าเกษตรของมะนาวขึ้น (มกษ. 27-2560) โดยคุณภาพผลที่สำคัญ คือ มีปริมาณน้ำคั้นไม่น้อยกว่า 40% เมื่อคำนวณโดยน้ำหนักน้ำคั้นเทียบกับน้ำหนักของผลมะนาว สีเปลือกควรมีสีเขียว หรือมีแต้มสีเหลืองได้ไม่เกิน 30% ขนาดที่กำหนดตามมาตรฐานแบ่งเป็น 6 ขนาด โดยที่ขนาดที่ใหญ่ที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 49 มิลลิเมตร และขนาดที่เล็กที่สุดอยู่ที่ 35-37 มิลลิเมตร สำหรับมะนาว *C. aurantifolia* (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) โดยที่ราคาขายในตลาดไท ขนาดมะนาวผลใหญ่จะขายได้ในราคาที่แพงกว่ามะนาวผลเล็ก เนื่องจากขนาดผลที่ใหญ่จะได้ราคาดี นับเป็นลักษณะคุณภาพที่ดีทางการค้า ขนาดผลส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลไม้บางประการ ดังที่มีรายงานการศึกษาผลส้ม mandarin ใน Sikkim Himalayas ประเทศอินเดีย พบว่าผลที่มีขนาดใหญ่ มักจะมีเปลือกที่หนากว่าผลที่มีขนาดเล็ก ผลขนาดเล็กมีปริมาณน้ำคั้นมากกว่าผลขนาดใหญ่ และปริมาณวิตามินซีในส้มผลที่มีขนาดเล็กสูงกว่าผลขนาดใหญ่ (Kumar et al., 2011)

นอกจากเรื่องขนาดผลแล้ว คุณภาพผลในด้านอื่น ได้แก่ ปริมาณน้ำคั้น สีเปลือก ปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ในแต่ละฤดูกาลผลิตของมะนาวอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ผลิตมะนาวในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพผลผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานอยู่เสมอ โดยทั่วไปมะนาวจะให้ผลผลิตตามฤดูกาลสองครั้งในรอบหนึ่งปี โดยครั้งแรกจะออกดอกประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม และมีการออกดอกอีกครั้งในช่วงสิงหาคมถึงกันยายน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนธันวาคมถึงมกราคม (วี เสฐฐักดิ์, 2543)

ฤดูกาลที่แตกต่างกันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้คุณภาพผลผลิตของพืชชนิดเดียวกันมีคุณภาพแตกต่างกันออกไป เช่น ส้ม Navel ที่ให้ผลผลิตในฤดูฝนจะมีขนาดผลที่ใหญ่กว่า แต่สีผิวผลไม่สวย ปริมาณ TSS และปริมาณ TA ต่ำกว่าผลผลิตในฤดูแล้ง (Zekri, 2011) และอุณหภูมิสูงทำให้ปริมาณ TA ลดลงในส้ม Valencia และเกรปฟรุต แต่ในเลมอนพบว่าปริมาณกรดสูงทั้งในสภาพอากาศร้อนและอากาศเย็น อย่างไรก็ตามอาจมีข้อยกเว้นเนื่องจากพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิสูงมีผลทำให้การเปลี่ยนสีผิวของเปลือกส้มเป็นสีส้มไม่ดีเท่าอุณหภูมิต่ำ หรือทำให้ผลแตกได้ (Cooper et al., 1963; Nauer et al., 1975; Abobatta, 2019)

ขนาดผลและฤดูกาลการเก็บเกี่ยวอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพทั้งทางกายภาพและเคมีของผลมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้ว ทั้งนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาเรื่องคุณภาพของมะนาวที่มีขนาดผลแตกต่างกันและเก็บเกี่ยวในฤดูกาลที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงคุณภาพผลมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วจากตลาดไทว่ามะนาวในแต่ละขนาดและแต่ละฤดูกาลมีคุณภาพของผลแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลแก่เกษตรกรและผู้บริโภค

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ใช้ตัวอย่างผลมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วจากตลาดไท รับจากเกษตรกรผู้ปลูกมะนาวในจังหวัดสมุทรสาคร โดยประเมินลักษณะคุณภาพของผลมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้ว จำนวน 3 ขนาด คือ แป้นบ้านแพ้วเบอร์ 4 (400 ผลต่อ 20 L) เบอร์ 5 (500 ผลต่อ 20 L) และเบอร์ 6 (600 ผลต่อ 20 L) ใช้มะนาวขนาดละ 10 ผล จากทั้ง 2 ฤดูกาล คือ ฤดูแล้งและฤดูฝน ซึ่งเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคมและเดือนสิงหาคม ตามลำดับ

การบันทึกผล

- ความยาวผล (fruit length) เส้นผ่านศูนย์กลางผล (fruit diameter) และความหนาเปลือก (fruit rind thickness) วัดด้วย Digital Vernier Caliper (Insize, Suzhou New District, China)

- น้ำหนักผล (fruit weight) และน้ำหนักน้ำคั้น (juice weight) โดยการชั่งน้ำหนักผลและปริมาณน้ำคั้นของมะนาว ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Adventurer™ OHAUS, New Jersey, USA) และคำนวณปริมาณน้ำคั้น ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำคั้น (juice content)} = (\text{juice weight} / \text{fruit weight}) \times 100$$

- จำนวนกลีบ (number of segments per fruit) และจำนวนเมล็ด (number of seeds per fruit)

- ปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ด้วยวิธี 2,6-dichlorophenolindophenol titrimetric (AOAC, 2000) โดยนำ น้ำมะนาวที่คั้นแล้วปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมกับ extracting solution (3%W/V oxalic acid, 8%W/V acetic acid) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตด้วยสารละลาย 2,6-dichlorophenolindophenol (dye solution) จนถึงจุดยุติ (end point) คำนวณปริมาณวิตามินซี จากสมการดังนี้

$$\text{Ascorbic acid (vitamin C) content (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร น้ำมะนาว)} = [(A/B) \times (v/y)] \times 100$$

เมื่อ A คือ ปริมาตรของ dye solution ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรของ dye solution ที่ใช้ไทเทรตกับ standard ascorbic acid (1 มิลลิกรัม ต่อ 1 มิลลิลิตร)

v คือ ปริมาตรของ standard ascorbic acid ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

y คือ ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

- ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ด้วยวิธีของ AOAC (2000) โดยเตรียมสารละลายมาตรฐาน 0.1N sodium hydroxide นำมาใช้ในการไทเทรตกับน้ำมะนาวปริมาณ 2 มิลลิลิตร โดยหยดสารละลาย 1%W/V phenolphthalein ในน้ำมะนาวจำนวน 2 หยด จนกระทั่งสารละลายปฏิกิริยาเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนที่คงตัว โดยทำการไทเทรต 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่าง

$$\%TA = [(Volume\ of\ NaOH \times 0.1N \times 0.064) / volume\ of\ sample] \times 100$$

เมื่อ 0.064 คือ จำนวนกรัมของกรด citric ที่ใช้ไทเทรตกับ 1 มิลลิโมล โซเดียมไฮดรอกไซด์ จนเข้าสู่จุดสมมูล

- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) โดยวัดด้วย digital refractometer (Atago, PAC-1, Japan)

การวิเคราะห์สถิติ

ในการทดลองเปรียบเทียบคุณภาพผลของมะนาวในฤดูกาล 2 ฤดูกาล คือ ฤดูแล้งและฤดูฝน (ปัจจัยที่ 1) และมะนาว 3 ขนาด (ปัจจัยที่ 2) โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x3 factorial in CRD วิเคราะห์ Analysis of Variance (ANOVA): two factor with replication ใน Microsoft Excel ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลมะนาวพันธุ์บ้านแพ้วที่มีขนาดต่างกันสองฤดูกาล

จากการวัดความยาวผลและเส้นผ่านศูนย์กลางผล พบว่า ความยาวของมะนาวบ้านแพ้ว เปรียบเทียบกันในแต่ละขนาดของผล ในฤดูแล้ง เบอร์ 4 มีค่ามากที่สุดคือเฉลี่ย 41.40 มิลลิเมตร รองลงมาคือเบอร์ 5 มีความยาวเฉลี่ย 38.26 มิลลิเมตร และเบอร์ 6 มีความยาวเฉลี่ย 36.66 มิลลิเมตร ในฤดูฝน บ้านแพ้วเบอร์ 4 มีค่ามากที่สุดคือเฉลี่ย 40.40 มิลลิเมตร รองลงมาคือเบอร์ 5 มีความยาวเฉลี่ย 37.43 มิลลิเมตร และเบอร์ 6 มีความยาวเฉลี่ย 35.37 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับเส้นผ่านศูนย์กลางผล มะนาวในฤดูแล้งของเบอร์ 4 มีค่ามากที่สุดคือเฉลี่ย 48.64 มิลลิเมตร รองลงมาคือเบอร์ 5 เฉลี่ย 44.27 มิลลิเมตร และเบอร์ 6 เฉลี่ย 42.27 มิลลิเมตร ในฤดูฝน บ้านแพ้วเบอร์ 4 มีค่ามากที่สุดคือเฉลี่ย 46.83 มิลลิเมตร รองลงมาคือเบอร์ 5 เฉลี่ย 43.20 มิลลิเมตร และเบอร์ 6 เฉลี่ย 39.93 มิลลิเมตร (Table 1) ซึ่งความยาวผลและเส้นผ่านศูนย์กลางผลของมะนาวบ้านแพ้ว เบอร์ 4 มากกว่าเบอร์ 5 และ เบอร์ 6 อย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) และพบว่าความยาวผลและเส้นผ่านศูนย์กลางผลของมะนาว บ้านแพ้วในทุกขนาดในฤดูแล้งมีค่ามากกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญ

น้ำหนักผลของมะนาวพันธุ์บ้านแพ้ว ในแต่ละขนาดของผลในฤดูแล้งพบว่าเบอร์ 4 มีน้ำหนักมากที่สุดเฉลี่ยคือ 57.60 กรัม รองลงมาคือเบอร์ 5 มีน้ำหนักเฉลี่ย 44.91 กรัม และน้ำหนักน้อยที่สุดคือเบอร์ 6 มีน้ำหนักเฉลี่ย 38.32 กรัม (Table 1) ส่วนในฤดูฝนเบอร์ 4 มีน้ำหนักมากที่สุดเฉลี่ยคือ 51.15 กรัม รองลงมาคือเบอร์ 5 มีน้ำหนักเฉลี่ย 39.95 กรัม และ

เบอร์ 6 มีน้ำหนักน้อยที่สุด เฉลี่ย 32.18 กรัม (Table 1) โดยในทั้ง 2 ฤดูกาล ขนาดผลที่ใหญ่กว่าจะมีน้ำหนักผลที่มากกว่า ขนาดผลที่มีขนาดเล็กลงมาอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

น้ำหนักน้ำคั้นในฤดูแล้งของบ้านแพ้ว เบอร์ 4 มีน้ำหนักมากที่สุดเฉลี่ย 27.84 กรัม รองลงมาคือเบอร์ 5 น้ำหนักเฉลี่ย 21.81 กรัม และเบอร์ 6 น้อยที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย 18.51 กรัม (Table 1) ในฤดูฝน เบอร์ 4 มีน้ำหนักมากที่สุดเฉลี่ยคือ 25.59 กรัม รองลงมาคือเบอร์ 5 น้ำหนักเฉลี่ย 20.92 กรัม และน้อยที่สุดคือเบอร์ 6 น้ำหนักเฉลี่ย 16.03 กรัม (Table 1) โดยน้ำหนักน้ำคั้นของบ้านแพ้วที่มีผลขนาดใหญ่จะมีน้ำหนักมากกว่าผลขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล และน้ำหนักน้ำคั้น ในแต่ละขนาดของฤดูแล้ง มีค่ามากกว่าฤดูฝน อย่างมีนัยสำคัญ (Table 1 and 2) ซึ่งสอดคล้องกับ วิภาวิน สุจริต และคณะ (2557) ในแง่ที่พบว่าผลมะนาวในแต่ละฤดูกาล เก็บเกี่ยวมีน้ำหนักแตกต่างกัน ซึ่งมีการศึกษาในพืชสกุลส้มพบว่าปริมาณน้ำฝนส่งผลต่อปริมาณผลผลิต (Parsons and Wheaton, 2000) ดังนั้นเมื่อปริมาณผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ขนาดและน้ำหนักผลลดลง (Goldschmidt, 1997; Guardiola and Garcia-Luis, 2000)

ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวพันธุ์บ้านแพ้วในแต่ละขนาดของผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และจากค่าที่ได้ จะพบว่า มะนาวที่ใช้ในการทดลองนี้ได้คุณภาพตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติของมะนาว *L. aurantifolia* (มกษ. 27-2560) ที่ต้องมีปริมาณน้ำคั้นมากกว่า 40% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) แต่พบว่าในฤดูฝนให้ปริมาณน้ำคั้นมากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1 and 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Zekri (2011) ที่กล่าวว่าส้ม Navel ถ้ามีการให้น้ำดีจะทำให้มีปริมาณน้ำคั้นสูง

ความหนาเปลือกของมะนาวบ้านแพ้ว ระหว่างขนาดของผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ในฤดูแล้ง บ้านแพ้วเบอร์ 4, 5 และ 6 มีความหนาเปลือกเฉลี่ย 1.58 มิลลิเมตร 1.53 มิลลิเมตร และ 1.56 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในฤดูฝน บ้านแพ้วเบอร์ 4 มีความหนาเปลือกเฉลี่ยคือ 1.53 มิลลิเมตร เบอร์ 5 เฉลี่ย 1.38 มิลลิเมตร และเบอร์ 6 เฉลี่ย 1.35 มิลลิเมตร (Table 1) โดยที่ในฤดูแล้งมะนาวบ้านแพ้วเปลือกหนากว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1 and 2) การเพาะปลูกและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อความหนาของเปลือกมะนาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวิน สุจริต และคณะ (2557) ที่รายงานว่า ผลมะนาวในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีความหนาของเปลือกมากกว่าฤดูฝน อาจเนื่องจากในฤดูร้อนมีอุณหภูมิที่สูงมากจึงทำให้ต้นมะนาวเกิดความเครียดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม พืชจะต้องปรับตัวให้อยู่ได้ภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสมเหล่านี้ จึงส่งผลให้ในฤดูร้อนนั้นผลมะนาวมีเปลือกที่หนาขึ้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำและเพื่อการอยู่รอดของต้นมะนาว และการที่ฤดูฝนมะนาวเปลือกบางกว่าจึงอาจส่งผลให้ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวในฤดูฝนมากกว่าในฤดูแล้ง

จำนวนกลีบมะนาวพันธุ์บ้านแพ้ว เบอร์ 4, 5 และ 6 ในฤดูแล้ง มีจำนวนกลีบเฉลี่ย 11.6 กลีบ 10.8 กลีบ และ 11.6 กลีบ ตามลำดับ ในฤดูฝน เบอร์ 4, 5 และ 6 มีจำนวนกลีบเฉลี่ยอยู่ที่ 11.1 กลีบ 12 กลีบ และ 10.3 กลีบ (Table 1) โดยจำนวนกลีบไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งปัจจัยด้านฤดูกาลและขนาด (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นมะนาวพันธุ์เดียวกัน แต่พบว่าฤดูกาลและขนาดมีปฏิสัมพันธ์กันต่อจำนวนกลีบของมะนาวพันธุ์บ้านแพ้ว (Table 2)

จำนวนเมล็ดของมะนาวที่เก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง บ้านแพ้วเบอร์ 4 มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ย 11.9 เมล็ด เบอร์ 5 มีจำนวนเฉลี่ย 8.6 เมล็ด และเบอร์ 6 เฉลี่ย 7 เมล็ด ในฤดูฝน บ้านแพ้วเบอร์ 4 มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ย 5.6 เมล็ด เบอร์ 5 มีจำนวนเฉลี่ย 9 เมล็ด และเบอร์ 6 เฉลี่ย 6.4 เมล็ด (Table 1) ซึ่งพบว่าจำนวนเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติในมะนาวขนาดต่าง ๆ (Table 2) แต่จะเห็นว่าในฤดูแล้งจำนวนของเมล็ดมากกว่าในฤดูฝน และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลและขนาดผล โดยในฤดูแล้งมีเมล็ดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขนาดผลมะนาวใหญ่ขึ้น ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาของเมล็ดที่มีการผลิตฮอร์โมนออกซิน ไคโตไคนิน และ จิบเบอเรลลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ (Kumar et al., 2011) และเนื่องจากมะนาวในฤดูแล้งอาจมีโอกาสดูดผสมเกสรด้วย pollinator มากกว่าในฤดูฝน เพราะในฤดูฝน ฝนเป็นอุปสรรคสำหรับแมลงที่ช่วยผสมเกสร ทำให้มีละอองเกสรไปตกที่เกสรตัวเมียน้อยกว่าจึงทำให้การพัฒนาจำนวนของเมล็ดน้อยกว่า (Lawson and Rands, 2019)

Table 1 Physical qualities of 'Pan Baan Phaeo' fruits for different sizes in dry and rainy seasons.

'Pan Baan Phaeo' sizes	Fruit length (mm)		Fruit diameter (mm)		Fruit weight (g)		Juice weight (g)		Juice content (%)		Fruit rind thickness (mm)		Number of segments/fruit		Number of seeds/fruit	
	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy
4	41.40	40.40	48.64	46.83	57.60	51.15	27.84	25.59	48.32	49.97	1.58	1.53	11.6	11.1	11.9	5.6
	±0.49	±0.67	±0.27	±0.57	±0.94	±2.02	±0.74	±1.16	±0.85	±0.88	±0.06	±0.06	±0.4	±0.3	±1.9	±1.2
5	38.26	37.43	44.27	43.20	44.91	39.95	21.81	20.92	48.38	52.34	1.53	1.38	10.8	12.0	8.6	9.0
	±0.66	±0.36	±0.28	±0.24	±1.01	±0.65	±1.10	±0.50	±1.72	±0.65	±0.06	±0.04	±0.3	±0.3	±1.3	±1.0
6	36.66	35.37	42.27	39.93	38.32	32.18	18.51	16.03	48.24	49.69	1.56	1.35	11.6	10.3	7.0	6.4
	±0.50	±0.51	±0.43	±0.44	±1.04	±1.13	±0.75	±0.81	±1.15	±1.34	±0.06	±0.05	±0.3	±0.3	±1.1	±0.9

Table 2 ANOVA results for the physical fruit qualities of 'Pan Baan Phaeo' with season and size as factors.

Parameter	Source	DF	F-value	P-value
Fruit length	Season	1	5.524453	0.022435
	Size	2	41.26349	1.33E-11
	Season*size	2	0.091543	0.912663
Fruit diameter	Season	1	29.55658	1.34E-06
	Size	2	144.769	2.01E-22
	Season*size	2	1.319547	0.275735
Fruit weight	Season	1	35.20289	2.18E-07
	Size	2	128.0812	3.17E-21
	Season*size	2	0.212939	0.80888
Juice weight	Season	1	6.915262	0.01111
	Size	2	58.83561	2.74E-14
	Season*size	2	0.489967	0.615344
Juice content	Season	1	6.231312	0.015636
	Size	2	0.864204	0.427132
	Season*size	2	0.724009	0.48945
Fruit rind thickness	Season	1	8.779611	0.004523
	Size	2	1.969072	0.149482
	Season*size	2	1.022494	0.366554
Number of segments/fruit	Season	1	0.545455	0.463379
	Size	2	1.106061	0.338238
	Season*size	2	7.409091	0.001434
Number of seeds/fruit	Season	1	4.340258	0.04197
	Size	2	1.770003	0.180071
	Season*size	2	4.02591	0.023456

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของผลมะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วที่มีขนาดต่างกันในสองฤดูกาล

ปริมาณวิตามินซีของมะนาวแป้นบ้านแพ้ว เบอร์ 6 ในฤดูฝน มีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยมากที่สุด คือ 50.66 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม และในฤดูแล้ง มะนาวเบอร์ 5 มีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยมากที่สุด คือ 40.98 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม (Table 3) และพบว่าปริมาณวิตามินซีในแต่ละขนาดผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) ในขณะที่ฤดูฝนมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hanson et al. (2011) ที่พบว่าผักในสกุล *Brassica* สองชนิด มีปริมาณวิตามินซีในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง นอกจากนี้ผลการทดลองยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวิน สุจริต และคณะ (2557) ที่รายงานว่า ผลมะนาวในฤดูร้อนมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าผลมะนาวในฤดูอื่น ๆ เนื่องจากอุณหภูมิระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวสูงทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณวิตามินซีเพิ่มมากขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538) และพบว่าฤดูกาลและขนาดของผลมีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณวิตามินซี กล่าวคือ ผลของมะนาวขนาดเล็กในฤดูฝนจะมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับส้ม mandarin ที่รายงานว่า ผลส้มขนาดเล็กมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลขนาดใหญ่ (Kumar et al., 2011)

ปริมาณ TA ของมะนาวเบอร์ 6 มีปริมาณมากกว่ามะนาว เบอร์ 5 และเบอร์ 4 อย่างมีนัยสำคัญ และมะนาวที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ TA มากกว่ามะนาวแล้งอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ของฤดูกาลและขนาดผลมะนาวด้วย (Table 4) จากงานวิจัยนี้พบว่าทั้งปริมาณ TA และปริมาณวิตามินซีในฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวิน สุจริต และคณะ (2557) ที่พบว่า ปริมาณวิตามินซีในฤดูฝนมาก อาจเนื่องจากมีปริมาณกรดซิตริกและกรดมาลิกในผลเพิ่มมากขึ้น ซึ่งกรดทั้งสองชนิดช่วยในการคงตัวของวิตามินซีได้ ซึ่งอาจใช้อธิบายว่ามะนาวขนาดเล็กมี TA สูงจึงอาจส่งผลให้

มีปริมาณวิตามินซีสูงด้วย รวมทั้งในฤดูฝนพืชสามารถดูดใช้ธาตุไนโตรเจนได้มากขึ้น และอาจเป็นผลให้มีการผลิตกรดสะสมในผลได้มาก (Zekri, 2011)

ปริมาณ TSS ของมะนาวแป้นบ้านแพ้วในทุกขนาดผลแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล และยังพบว่ามีความสัมพันธ์ของฤดูกาลและขนาดผลต่อปริมาณ TSS (Table 4) โดยมะนาวเบอร์ 6 ที่เก็บเกี่ยวในทั้งสองฤดูกาลมีปริมาณ TSS มากกว่ามะนาวเบอร์ 5 และเบอร์ 4 อย่างมีนัยสำคัญ (Table 3 and 4)

สำหรับอัตราส่วน TSS/TA มีค่าแตกต่างกันในสองฤดูกาล และพบว่ามีความสัมพันธ์ของฤดูกาลและขนาดผลต่อ TSS/TA โดยมะนาวเบอร์ 4 ในฤดูแล้ง มีค่า TSS/TA มากกว่า เบอร์ 5 และ เบอร์ 6 อย่างมีนัยสำคัญ (Table 3 and 4) ส่วนในฤดูฝนกลับพบว่ามะนาวเบอร์ 6 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.24 รองลงมาเป็นเบอร์ 4 เฉลี่ย 1.15 น้อยที่สุดคือ เบอร์ 5 เฉลี่ย 1.13 (Table 3) การที่ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ TA และ TSS ในผลมะนาวแตกต่างกันนั้น อาจเกิดจากการเขตรกรรมและสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อขนาดผล และปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรด และปริมาณ TSS ที่สะสมในผล (Ywassaki and Canniatti-Brazaca, 2011) อัตราส่วน TSS/TA ใช้บ่งบอกความหวานของผลไม่ได้ดีกว่าปริมาณ TSS เพราะ TSS จะประกอบไปด้วย กรด น้ำตาล และแร่ธาตุที่ละลายน้ำได้หลาย ๆ ชนิด ดังนั้นเมื่อมะนาวในฤดูฝนมีปริมาณ TA สูงกว่ามะนาวในฤดูแล้ง จึงส่งผลให้มีอัตราส่วน TSS/TA ต่ำ บ่งบอกว่ามะนาวในฤดูฝนมีรสเปรี้ยวกว่ามะนาวฤดูแล้ง หรือกล่าวในอีกทางหนึ่งได้ว่ามะนาวฤดูแล้งมีรสเปรี้ยวมะนาวมากกว่ามะนาวฤดูฝน

Table 3 Chemical qualities of 'Pan Baan Phaeo' fruits for different sizes in dry and rainy seasons.

'Pan Baan Phaeo' sizes	Vitamin C content (mg/100 ml juice)		TA (%)		TSS (°brix)		TSS/TA	
	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy
4	36.80	42.99	3.35	7.24	8.80	8.30	2.64	1.15
	±2.02	±1.47	±0.06	±0.14	±0.21	±0.16	±0.09	±0.02
5	40.98	41.92	3.69	7.90	8.80	8.91	2.39	1.13
	±2.68	±1.26	±0.08	±0.13	±0.27	±0.14	±0.08	±0.03
6	38.74	50.66	3.73	8.24	8.91	10.19	2.39	1.24
	±2.12	±1.22	±0.09	±0.13	±0.23	±0.27	±0.06	±0.03

Table 4 ANOVA results for the chemical fruit qualities of 'Pan Baan Phaeo' with season and size as factors.

Parameter	Source	DF	F-value	P-value
Vitamin C content	Season	1	14.82267	0.000315
	Size	2	2.947559	0.060963
	Season*size	2	3.70047	0.031182
TA	Season	1	2268.883	8.52E-46
	Size	2	21.88596	1.09E-07
	Season*size	2	4.10608	0.021878
TSS	Season	1	2.79488	0.100352
	Size	2	11.12201	9.02E-05
	Season*size	2	8.661269	0.000546
TSS/TA	Season	1	744.2307	2.92E-33
	Size	2	2.553035	0.08721
	Season*size	2	4.254	0.019247

สรุปผลการศึกษา

มะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วจากตลาดไท เบอร์ 4 เบอร์ 5 และเบอร์ 6 ที่เก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง (มกราคม 2561) และฤดูฝน (สิงหาคม 2561) มีความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล น้ำหนักน้ำคั้น ปริมาณ TA และ TSS แตกต่างกันตามขนาดผลมะนาว โดยเบอร์ 4 มีความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล และน้ำหนักน้ำคั้นมากที่สุด เบอร์ 6 ปริมาณ TA และ TSS มากที่สุด มีความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล น้ำหนักน้ำคั้น ปริมาณน้ำคั้น ความหนาเปลือก จำนวนเมล็ด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ TA และอัตราส่วน TSS/TA แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ฤดูกาลและขนาดผล มีปฏิสัมพันธ์ต่อจำนวนกลีบ จำนวนเมล็ด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ TA ปริมาณ TSS และอัตราส่วน TSS/TA

มะนาวพันธุ์แป้นบ้านแพ้วที่เก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง มีความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล น้ำหนักผล น้ำหนักน้ำคั้น ความหนาเปลือก จำนวนเมล็ด และอัตราส่วน TSS/TA มากกว่ามะนาวในฤดูฝน แต่มะนาวที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณน้ำคั้น ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ TA มากกว่ามะนาวในฤดูแล้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ. มก.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. *ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : มะนาว*. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.
- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2538. *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- วี เสฐริภักดี. 2543. เทคนิคการผลิตมะนาวนอกฤดู. ใน *เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการวิจัยและถ่ายทอดงานวิจัยสู่ประชาชนประจำปีงบประมาณ 2543 (งบปรญัตติ 43)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิภาวิน สุจริต, วิลาวัลย์ คำปวน และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2557. ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว และการเคลือบผิวด้วยไขผึ้งต่ออายุการวางจำหน่ายของผลมะนาวพันธุ์แป้น. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 45 (3/1 พิเศษ): 233-236.
- Abobatta, W. F. 2019. Potential impacts of global climate change on citrus cultivation. *MOJ Ecology and Environmental Sciences* 4(6): 308-312.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. *Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 17th ed., Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists International.
- Cooper, W. C., Peynado, A., Furr, J. R., Hilgeman, R. H., Cahoon, G. A., and Boswell, S. B. 1963. Tree growth and fruit quality of Valencia oranges in relation to climate. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 82: 180-192.
- Goldschmidt, E. E. 1997. Basic and practical aspects of citrus trees' carbohydrate economy. In *Citrus Flowering and Fruiting Short Course*, S. H. Futch, and W. J. Kender, ed. pp. 63-72. Citrus Research and Education Center, Lake Alfred, IFAS, University of Florida.
- Guardiola, J. L., and García-Luis, A. 2000. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. *Plant Growth Regulation* 31: 121-132.
- Hanson, P., Yang, R. Y., Chang, L. C., Ledesma, L., and Ledesma, D. 2011. Carotenoids, ascorbic acid, minerals, and total glucosinolates in choysum (*Brassica rapa* cvg. *parachinensis*) and kailaan (*B. oleraceae* Alboglabra group) as affected by variety and wet and dry season production. *Journal of Food Composition and Analysis* 24: 950-962.
- Kumar, A., Avasthe, R. K., Pandey, B., Lepcha, B., and Rahman, H. 2011. Effect of fruit size and orchard location on fruit quality and seed traits of mandarin (*Citrus reticulata*) in Sikkim Himalayas. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 81(9): 821-824.
- Lawson, D. A., and Rands, S. A. 2019. The effects of rainfall on plant-pollinator interactions. *Arthropod-Plant Interactions* 13: 561-569.
- Nauer, E. M., Goodale, J. H., Summers, L. L., and Reuther, W. 1975. Climate effects on grapefruit and lemons. *California Agriculture* 29(3): 8-10.
- Parsons, L. R., and Wheaton, T. A. 2000. Irrigation management and Citrus tree response in a humid climate. *HortScience* 35(6): 1043-1045.
- Ywassaki, L. A., and Canniatti-Brazaca, S. G. 2011. Ascorbic acid and pectin in different sizes and parts of citric fruits. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 31(2): 319-326.
- Zekri, M. 2011. Factors affecting citrus production and quality. *Citrus Industry*: 6-9.

วันรับบทความ (Received date) : 6 ส.ค. 63

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 10 พ.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 4 ส.ค. 64