# บทที่ 5
# สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปการวิจัย

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ศึกษาด้านความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระ เป็นมะม่วงที่ได้รับการคัดผลแก่ไม่เกิน 90 เปอร์เซ็นต์ ความหวานไม่เกิน 18 องศาบริกซ์ เพื่อนำมาจัดเก็บที่ห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้อง 27.8$\pm$0.39 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัท 60.3$\pm$4.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

**5.1.1 ความสัมพันธ์ของความหวานและอายุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยใช้ภาพอาร์จีบีและอินฟราเรดใกล้ และความสัมพันธ์ของสารต้านอนุมูลอิสระกับอายุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยใช้ภาพอาร์จีบีและอินฟราเรดใกล้** ค่าความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บอย่างมีนัยสำคัญ โดยอายุการเก็บมีความสัมพันธ์ในระดับมากกับระดับความหวาน และความสัมพันธ์ปานกลางกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระนั้น อายุการเก็บมีความสัมพันธ์กับเบต้าแคโรทีน วิตามินซี และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS ในระดับมาก แต่มีความสัมพันธ์กับสารประกอบฟีนอลและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในระดับน้อยมากและน้อย ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$

ภาพอาร์จีบีและอินฟราเรดใกล้ที่ให้ค่าที่เหมาะสม คือ ภาพอาร์จีบีที่ช่องแชลแนลสีน้ำเงินและช่องสีแดงจากภาพปกติ ส่วนช่องแดง สีเขียวและสีน้ำเงินของภาพอินฟราเรดใกล้จากฟิลเตอร์ IR680, IR720, IR760, IR850 และ IR950 ไม่เปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บอย่างชัดเจน ทั้งนี้ภาพปกติในช่องสีน้ำเงินมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนช่องสีแดงไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในภาพปกติและภาพอินฟราเรดใกล้ ทั้งนี้การดัชนีมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง หรือ NDMST-index (Nam Dok Mai Sithong index) โดยใช้หลักการคำนวณ NDVI ด้วยการใช้ค่าสีที่ช่องสีแดงจากภาพปกติแทนค่าสีของภาพอินฟราเรดใกล้แทน ส่วนค่าสีของภาพปกติใช้ค่าสีจากช่องสีน้ำเงิน ตามสมการที่ (7)

NDMST-index ที่ได้จากความสัมพันธ์ของความอิ่มตัวสีของผลมะม่วงน้ำดอกไม้กับความอิ่มตัวสีของภาพมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความสัมพันธ์กับระดับความหวานและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในระดับมาก (R= 89 และ R=92 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$ รวมทั้ง NDMST-

index สามารถทำนายระดับความหวานและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 86 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$

NDMST-index ที่ได้จากความสัมพันธ์ของความอิ่มตัวสีของผลมะม่วงน้ำดอกไม้กับความอิ่มตัวสีของภาพมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความสัมพันธ์กับเบต้าแคโรทีน วิตามินซี และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS ในระดับมาก (R=0.99, 0.98 และ0.99 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.01$ รวมทั้ง NDMST-index สามารถทำนายเบต้าแคโรทีน วิตามินซี และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระได้ 99, 99 และ 93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$

**5.1.2 ดัชนีความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง** SAI-NDMST เป็นดัชนีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่สามารถบ่งบอกความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระได้ด้วยการใช้ค่าสี R และ B จากภาพสี RGB ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง และมีสมการทำนายค่าความหวานและสารอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันไป ค่าความหวานที่สามารถระบุได้ คือ ระดับความหวาน และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถระบุได้ คือ เบต้าแคโรทีน วิตามินซี และ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

ดัชนีความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้โดยใช้ค่าสี R และ B จากภาพสี RGB ช่วยให้เกิดการค้นพบที่น่าสนใจและนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายค่าความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระโดยไม่ต้องทำลายผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ที่ต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน และราคาสูง อีกทั้งยังประหยัดในการต้องใช้อุปกรณ์ราคาสูง อาทิ สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ย่านอินฟราเรดใกล้ (IR-spectrophotometer) ในการวิเคราะห์หาค่าสมบัติด้านความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระด้วย

## 5.2 อภิปรายผล

ระดับความหวานของมะม่วงที่นำมาใช้ศึกษาโดยการเก็บมะม่วงเป็นเวลา 10 วัน เมื่อนำค่า TSS หรือระดับความหวานที่ใช้ศึกษา คือ ตั้งแต่ 10.84 ถึง 20.24 องศาบริกซ์ พบว่า อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับการศึกษาความสุกของผลมะม่วงตั้งแต่ติดดอก ในช่วง 91 ถึง 119 วัน คือ TSS 9.7 ถึง 16.0 องศาบริกซ์ (Wattanawan et al., 2014) ดังนั้น มะม่วงน้ำดอกไม้ที่ใช้ศึกษามีอายุของมะม่วงตั้งแต่ติดดอกโดยประมาณใกล้เคียงกับช่วงของการบริโภคในท้องตลาดและมีอายุเกินกว่า 119 วันตั้งแต่ติดดอก

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระกับอายุของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยใช้ภาพอาร์จีบีและอินฟราเรดใกล้ ได้นำค่าความอิ่มตัวของสีมาใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เนื่องจากสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีความสัมพันธ์กับความสุกของมะม่วงตาม

การศึกษาของเพนไชยยาและคณะ (Penchaiya at, al. 2020) รวมทั้งปริมาณแคโรทีนอยด์ด้วย เบต้าแคโรทีน เป็นสารแคโรทีนอยด์ที่พบมากในมะม่วงน้ำดอกไม้ (Rungpichayapichet et al., 2023) ประกอบกับในการศึกษานี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีแดง (a*) และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บ ในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ตามที่แสดงในภาคผนวก ข 3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศรีสวัสดิ์และคณะ (Srisawat et al., 2022)

นอกจากนี้จากสเปคตรัมของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีการเปลี่ยนแปลงลดลงไปตามอายุการเก็บมีการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (400 ถึง 500 นาโนเมตร) มาก (ภาคผนวก ข.2) สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าสีภาพในช่องสีน้ำเงินของภาพมะม่วงที่มีการลดลงตามอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.2) และสอดคล้องกับการศึกษาของมินและคณะ (Min et al., 2022)

ดัชนีความหวานที่ได้มีความสัมพันธ์ NDMST-index ในเชิงบวก เนื่องจากระดับความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ หรือ TSS มีความสัมพันธ์กับสี โดยเฉพาะค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b*) ตามการศึกษาของเพนไชยยาและคณะ (Penchaiya et al., 2020) และ NDMST-index ใช้ค่าสีน้ำเงินจากภาพถ่ายที่มีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากอายุการเก็บมาใช้ในการคำนวณด้วย จึงสามารถทำนายดัชนีความหวาน ได้

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุการเก็บมากกว่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH ทั้งนี้เพราะมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีความเป็นเนื้อผสมมากกว่าน้ำในช่วงยังไม่สุกมาก ทำให้การวิเคราะห์ด้วย ABTS ให้ผลได้ดีกว่า DPPH ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเหล่าพงษ์พิชญ์ และคณะ (Laophongphit et al., 2023) นอกจากนี้ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระในมะม่วงน้ำดอกไม้ ได้แก่ วิตามินซี และเบต้าแคโรทีน โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีนที่เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บ ทำให้กิจกรมการต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sousa et al. (2021).

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาที่ได้สามารถจัดทำเป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับดัชนีความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง (SAI-NDMST) โดยใช้ค่าสีแดง และ ค่าสีน้ำเงินจาก RGB ของภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เพื่อใช้เป็นข้อแนะนำในหาค่าระดับความหวานและสารต้านอนุมูลอิสระดังแสดงในภาคผนวก ด และสามารถเพิ่มเติมข้อมูลในภายหลังได้

2. ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผักผลไม้ที่มีสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสีแดงส้มหรือเหลืองโดยมีความเป็นสีเหลืองตั้งแต่เริ่มต้นในการเก็บจนสุก