Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 15-18 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 15-18 (2561)

การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

A study of Correlation of Absorbance Physical and Chemical Properties of “Nam Dok-Mai” Mango

ธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต[1] เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[3] และกระวี ตรีอำนรรค[2]

Teerawat Chuenatsadongkot[1], Tawarat Treeamnuk[3] and Krawee Treeamnuk[2]

Abstract

The objective of this research was to investigate correlation between absorbance of VIS spectra at the peel surface and the physical and chemical properties of Nam Dok-Mai mango during ripeness. Physical properties, the resonance frequency of knocking at the peel surface and the firmness of peel and flesh were measure. After that chemical properties, total soluble solid and titratable acidity were measure. The clearly peak at three wavelength 480, 490, 680 nm, were chosen to find the correlation. The results of studied found that the correlation of absorption spectra and resonance frequency were 0.477, 0.469, 0.283, respectively. The correlation of absorption spectra and firmness of peel were 0.404, 0.382, 0.352, respectively. The correlation of absorption spectra and firmness of flesh were 0.468, 0.447, 0.340, respectively. The correlation of absorption spectra and total soluble solid were 0.451, 0.440, 0.263, respectively. The correlation of absorption spectra and titratable acidity were 0.553, 0.522, 0.433, respectively. The correlation data can be used to select variables for prediction model of ripening stage of Nam Dok-mai mango.

Keywords: Mango cv.Nam Dok-Mai, absorbance, correlation, physical and chemical properties

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงย่านที่มองเห็นได้(visible infrared spectroscopy) ที่บริเวณผิวเปลือกกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระหว่างการสุก โดยสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความถี่เสียงที่เกิดจากการเคาะบริเวณเปลือกผล และความแน่นเนื้อที่บริเวณเปลือกและเนื้อของผล และสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ในการวัดค่าการดูดกลืนแสง เลือกตำแหน่งความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 480, 490 และ 680 นาโนเมตร ผลการศึกษาพบว่าค่าการดูดกลืนแสงที่แต่ละความยาวคลื่นที่ผิวเปลือกสัมพันธ์กับค่าความถี่เสียงจากการเคาะ เท่ากับ 0.477, 0.469, 0.283 ตามลำดับ สัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่บริเวณเปลือก เท่ากับ 0.404, 0.382, 0.352 ตามลำดับ สัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่บริเวณเนื้อ เท่ากับ 0.468, 0.447, 0.340 ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบค่าสมบัติทางเคมี พบว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ผิวเปลือกสัมพันธ์กับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 0.451, 0.440, 0.263 ตามลำดับ และสัมพันธ์กับค่าปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ เท่ากับ 0.553, 0.522, 0.433 ตามลำดับ โดยข้อมูลความสัมพันธ์นี้สามารถนำไปใช้สำหรับการคัดเลือกตัวแปรเพื่อนำมาสร้างสมการทำนายระยะการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้

คำสำคัญ: มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้, การดูดกลืนแสง, ค่าความสัมพันธ์, สมบัติทางกายภาพและเคมี

บทนำ

ม่วงน้ำดอกไม้เป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานผลสุกเนื่องจากมีรสชาติหวานหอม โดยรสชาติของมะม่วงผลบริบูรณ์จะขึ้นอยู่กับระดับการสุกของผลอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งที่สังเกตได้และไม่ได้ (วาสนาและนิธิยา, 2556) เช่น การเปลี่ยนแปลงสี เนื้อสัมผัสที่นุ่มลง กลิ่นหอม และมีรสหวานมากขึ้น โดยสีผลจะเป็นการประเมินเบื้องต้นที่เด่นชัดมากที่สุด แต่เนื่องจากในปัจจุบันการพัฒนาวิธีการปลูกมะม่วงของเกษตรกรเพื่อให้ได้ผิวนวลสวยจึงทำการห่อผลทำให้ผิวของมะม่วงมีสีเหลืองนวลเมื่อผลแก่ นอกจากนี้หากเป็นพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ผลจะมีสีเหลืองตั้งแต่อยู่บนต้นจึงยากต่อการประเมินจากสีผล

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

[1]School of Mechatronic Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[2] School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[3]School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

ผู้บริโภคจึงนิยมใช้วิธีการกดดูความนิ่มของเนื้อประกอบ ดังนั้นเพื่อลดปัญหาการกดเนื้อผลซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาเป็นรอยช้ำ เทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลายจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบระดับการสุกของผลมะม่วง ในปัจจุบันเทคนิค การวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปคโตรสโคปีในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 300 ถึง 800 นาโนเมตร ซึ่งมีคุณสมบัติในการตรวจวัดปริมาณแสงในช่วงแสงขาวที่ถูกดูดกลืนโดยผลไม้หรือเปลือกของผลไม้ (Syafinar, 2015) ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่นงานวิจัยของ อาทิตย์ และ คณะ(2551) ได้นำเทคนิคการดูดกลืนแสง มาใช้ตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมังคุด พบว่าสามารถใช้ทำนายได้อย่างแม่นยำ(R = 0.95) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและตรวจสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าสเปคตรัมการดูดกลืนแสงย่าน VIS ที่บริเวณผิวเปลือกกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงจากผลดิบเป็นสุก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. **การวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ผลมะม่วง (Absorbance)** ด้วยชุดทดสอบ Spectrometer (Figure 1) ซึ่งประกอบไปด้วย (1) Light source DH-2000 (2) Ocean Optics USB2000+UV/VIS Spectrometer (3) Reflection Probes (4) โปรแกรม Spectra Suite ที่ช่วงความยาวคลื่น 300 – 800 นาโนเมตร ก่อนการวัดทุกครั้งต้องปรับค่าจากอุปกรณ์มาตรฐานก่อน จากนั้นจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่เปลือกผลในตำแหน่งใกล้ขั้วผล กลางผล และใกล้ปลายผล ตำแหน่งละ 3 ครั้ง

Light source DH-2000 Spectrometer UV/VIS Detector fiber SpectraSuite software

Figure 1 Spectrometer

2. **การวัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS)** โดยนำน้ำคั้นมะม่วงหยดลงบนหน้าปัดของเครื่อง Hand refractometer (ATAGO,Japan) อ่านและบันทึกค่า

3. **การวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA)** นำสารละลายมะม่วงมาผสมกับ 0.1% ฟีนอฟธาลีนแล้วไทเทรตด้วย 0.1 NaOH จากนั้นคำนวณเพื่อหาค่าร้อยละของกรดมาลิกตามสมการที่ 1

$$\text{ร้อยละของกรดมาลิก} = \frac{\text{N base} \times \text{ml base} \times \text{meq.wt} \times 100}{\text{ปริมาณของน้ำมะม่วง (mL)}} \qquad 1)$$

4. **การวัดความถี่เสียงที่เกิดจากการเคาะบริเวณเปลือกผล (Resonance frequency)** โดยใช้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา ซึ่งประกอบไปด้วยฐานวางมะม่วงที่หุ้มด้วยโฟมเพื่อป้องกันเสียงรบกวน การทดสอบใช้ไม้ตีขิมเคาะเบาๆ ลงบนผลมะม่วงในห้องที่มีเสียงรบกวนต่ำ เสียงที่เกิดขึ้นจะถูกรับค่าด้วยไมโครโฟนของเครื่องสมาร์ทโฟน และถูกประมวลผลด้วย Application n-track tuner เพื่อหาความถี่สั่นพ้องของผลมะม่วง ความถูกต้องของค่าความถี่จาก Application ได้จากการสอบเทียบค่าความถี่ที่ได้กับชุดส้อมเสียงมาตรฐาน

5. **การวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness)** วัดความแน่นเนื้อทั้งเปลือกและแบบปอกเปลือก ที่ตำแหน่งใกล้ขั้วผล กลางผล และใกล้ปลายผล แต่ละตัวอย่างนำมาตัดเป็นชิ้นลักษณะลูกบาศก์ด้านละประมาณ 1 cm วัดความแน่นเนื้อโดยใช้ Penetrometer (Chatillon-DFGS50) หัวกดเป็นทรงกระบอกกลมที่ปลายหัวเป็นวงกลมเรียบ เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 mm กดลงไปเป็นระยะ 0.5 cm อ่านและบันทึกค่าที่ได้ จะได้ค่าความแน่นเนื้อหน่วยเป็น kg ต่อพื้นที่ cm^2

6. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ** การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอายุของผลมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยวด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistic 22 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมี กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่มีพีคชัดเจนที่สุด ได้แก่ ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 480, 490 และ 680 นาโนเมตร

ผลและวิจารณ์ผล

เมื่อนำข้อมูลสมบัติทางเคมีของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มาหาความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสง พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ที่ความยาวคลื่น 480 และ 490 นาโนเมตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำมีแนวโน้มที่ลดลงแบบเส้นตรงเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น (Figure 2(a)) ปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ ที่ความยาวคลื่น 480 และ 490 นาโนเมตร มีแนวโน้มลดลงแบบเส้นตรงเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร ปริมาณกรดมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น (Figure 2(b))

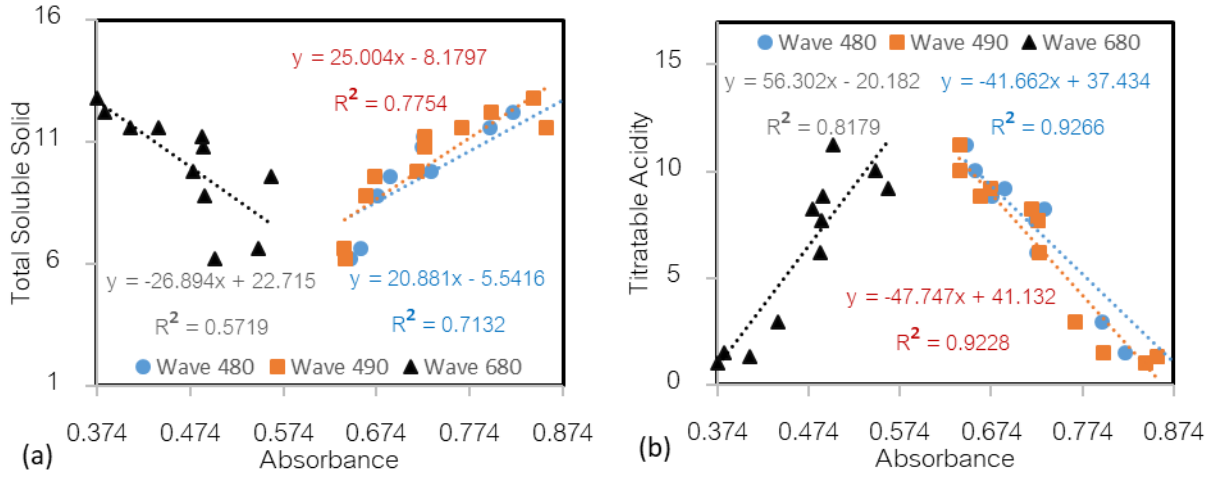

Figure 2 The relationships between absorbance at 480, 490, 680 nm and chemical properties a) TSS b) TA

เมื่อนำข้อมูลสมบัติทางกายภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มาหาความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสง พบว่า ความถี่เสียงจากการเคาะที่บริเวณเปลือก ที่ความยาวคลื่น 480 และ 490 นาโนเมตร มีแนวโน้มลดลงแบบเอกซ์โพเนนเชียลเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร ความถี่เสียงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น (Figure 3(a)) ความแน่นเนื้อที่บริเวณเปลือกและเนื้อ ที่ความยาวคลื่น 480 และ 490 นาโนเมตร มีแนวโน้มลดลงแบบเอกซ์โพเนนเชียลเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร ความถี่เสียงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลเมื่อค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น (Figure 3(b)) และ (Figure 3(c))

จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลค่าการดูดกลืนแสง ที่บริเวณผิวเปลือกกับสมบัติทางกายภาพและเคมีด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Factor analysis จะได้ผลของสหสัมพันธ์ออกมาดัง Table 1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 480, 490 และ 680 นาโนเมตร สัมพันธ์กับค่าความถี่เสียง เท่ากับ 0.477, 0.469, 0.283 ตามลำดับ สัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่บริเวณเปลือก เท่ากับ 0.404, 0.382, 0.352 ตามลำดับ สัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่บริเวณเนื้อ เท่ากับ 0.468, 0.447, 0.340 ตามลำดับ สัมพันธ์กับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 0.451 0.440 0.263 ตามลำดับ และสัมพันธ์กับค่าปริมาณกรดที่ เท่ากับ 0.553, 0.522, 0.433 ตามลำดับ ซึ่งจากค่าที่ได้สามารถบ่งชี้ได้ว่าค่าปริมาณกรดสัมพันธ์กับการดูดกลืนแสงมากที่สุด ส่วนค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สัมพันธ์กับการดูดกลืนแสงน้อยที่สุด

Table 1 Correlation of physical and chemical properties

Wavelength	Properties				
(nm)	TSS	TA	Firmness_peel	Firmness_flesh	Frequency
w480	0.451	-0.553	-0.404	-0.468	-0.477
w490	0.440	-0.522	-0.382	-0.447	-0.469
w680	-0.263	0.433	0.352	0.340	0.284

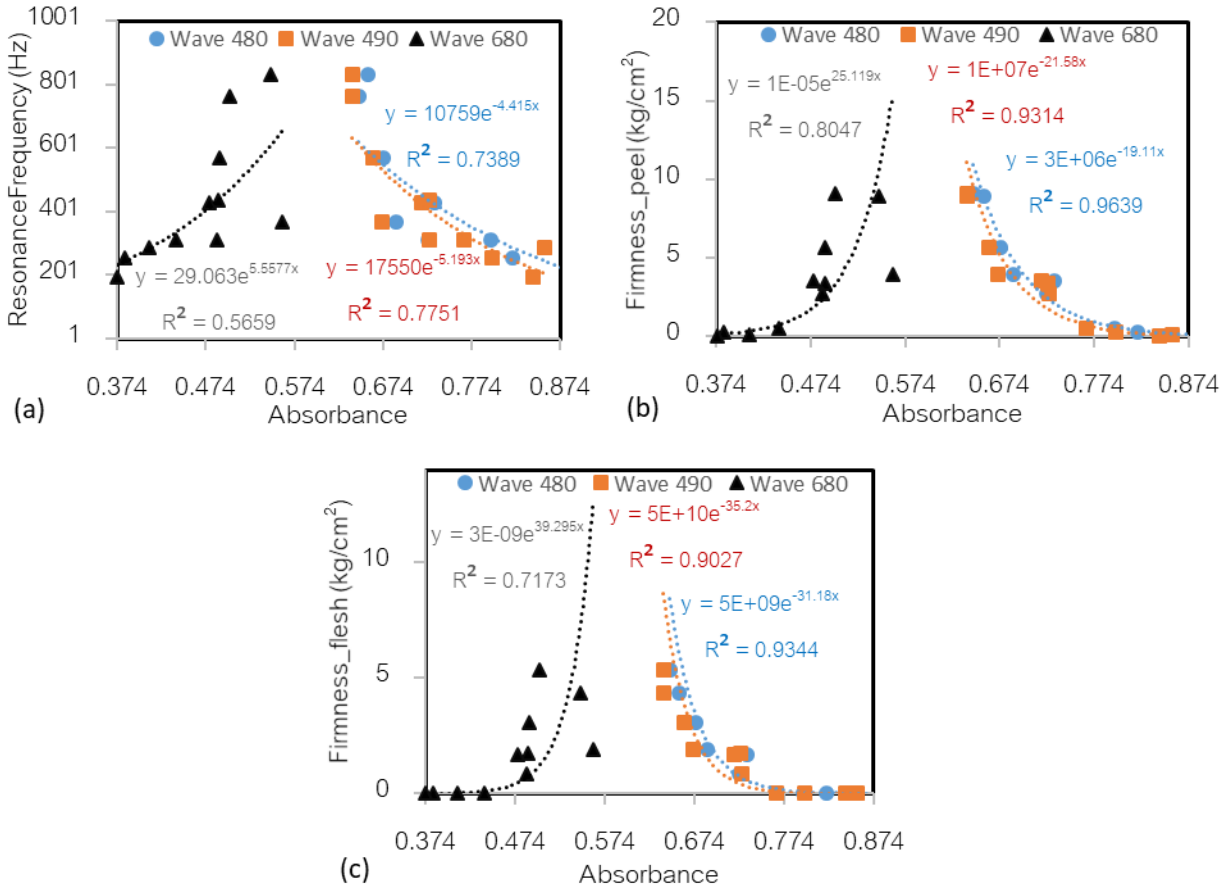

Figure 3 The relationships between absorbance and physical Properties (a) Resonance Frequency (b) Firmness_peel and (c) Firmness_flesh

สรุปผล

เมื่อผลการศึกษาพบว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ผิวเปลือกที่มีพีคชัดเจนที่สุดในความยาวคลื่น 480, 490 และ 680 นาโนเมตร สัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด เท่ากับ 0.553, 0.522, 0.433 ตามลำดับ ดังนั้น ในการพิจารณาเพื่อเลือกตัวแปรสมบัติทางกายภาพและเคมีไปสร้างสมการทำนายระยะการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำข้อมูลปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไปสร้างสมการทำนายได้มากที่สุด ส่วนค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสงที่ผิวเปลือกน้อยที่สุด จึงไม่เหมาะสมที่จะนำข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไปใช้สร้างสมการทำนายระยะการสุก

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนทุนวิจัยและสนับสนุนด้านเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

วาสนา พิทักษ์พล และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. การสุกของผลในมะม่วงการผลิตและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานวิจัย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. หน้า 75-94.

อาทิตย์ จันทร์หิรัญ, วารุณี ธนะแพสย์, ศุมาพร เกษมสำราญ และ สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2551. การใช้เทคนิคแสงย่านใกล้อินฟราเรดในช่วงคลื่นสั้นสำหรับการหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมังคุด. รายงานวิจัย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 283-288.

Syafinar, R. 2015. FT-IR and UV-VIS Spectroscopy Photochemical Analysis of Dragon Fruit. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 15: 6354-6358.