อิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเปลือกมะม่วงผง

Influence of Temperature and Time Drying on Physical and Chemical Quality of Mango Peel Power

วัลลี ภาคพจน์ (Wallee Pakpot)* ดร.ลลิตา ศิริวัฒนานนท์ (Dr.Lalita Siriwattananon)**
ดร.นวพร ลาภส่งผล (Dr.Nawaporn Lapsongphon)** ดร.อินทิรา ลิจันทร์พร (Dr.Intira Lichanporn)***

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ที่ 3 วัย (ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก) ในการอบแห้งกำหนดให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้น้อยกว่า 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 6% โดยการแปรระดับอุณหภูมิในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ65 องศาเซลเซียส โดยนำตัวอย่างเปลือกมะม่วงมาวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้และปริมาณความชื้นทุกชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้และความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 0.6 และ 6% เปลือกมะม่วงระยะสุกที่อบแห้งอุณหภูมิ 55 60 และ65 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่าง (L*) ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และเส้นใยสูงกว่าเปลือกมะม่วงระยะกึ่งดิบกึ่งสุกและระยะดิบตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน คลอโรฟิลล์ทั้งเอ และบีในเปลือกมะม่วงระยะดิบที่อบทั้ง 3 อุณหภูมิมีมากที่สุด อย่างไรก็ตามเปลือกมะม่วงระยะดิบที่อบอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเท่ากับ 25.33%

ABSTRACT

The study of influence of temperature and time drying on physical and chemical of mango peel (sprung mature green, half-ripe and ripe) was determined. In drying, the water activity value and moisture content were 0.6 and less more than 6% by varying the drying temperature at 55, 60 and 65ºC. The mango peels were analyzed the water activity and moisture content every hour. It was found that, at 55, 60 and 65ºC for 8 hours were dried to a final water activity and moisture content of 0.6 and 6%. The ripe of mango peel at 55, 60 and 65ºC had higher L*, total carotenoid and fiber than half-ripe and sprung mature green of mango peel respectively. While, moisture content, ash, fat, chlorophyll a and b of sprung mature green of mango peel all temperature dried had highest. However, the sprung mature green of mango peel at 65ºC had the highest protein as 25.33%.

คำสำคัญ: เปลือกผลมะม่วง คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์

Keywords: Mango peel fruit, Chlorophyll, Carotenoind

** นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*
***อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*
**** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*

บทนำ

มะม่วงน้ำดอกไม้ *(Mangiferaindica Linn.)* เป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักกันเป็นอย่างดีเพราะนอกจาก จะมีรสชาติดี ยังจัดเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ และวิตามินหลายชนิด มะม่วงเป็นผลไม้ที่ทานได้ทั้งผลดิบและผลสุกและมะม่วงสามารถหารับประทานได้ทุกช่วง มะม่วงมีประโยชน์มากในด้านโภชนาการเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหาร และยังรวมไปถึงคุณค่าทางยา (ศิริธร และนเรศ, 2552) เปลือกมะม่วงในปัจจุบันมีเหลือทิ้งจำนวนมากจากการผลิตสินค้า การบริโภคและผลิตภัณฑ์อาหารในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร ทำให้เกิดเป็นขยะเหลือทิ้งจำนวนมากซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีการสนใจหามูลค่าเพิ่มจากเปลือกหรือส่วนที่เหลือจากการผลิตเช่น เปลือกผลไม้ เมล็ด หรือส่วนของผลไม้ที่ไม่ได้คุณภาพ โดยนำมาทำการแปรรูปจากของเหลือหลังการผลิตจากอุปกรณ์และของที่มีในสถานที่ผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้อีกช่องทางให้กับทางโรงงานในอุตสาหกรรม ซึ่งในเปลือกมะม่วง (ผลดิบมีสีเขียว ผลกึ่งดิบกึ่งสุก และผลสุก) เป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ เช่น polyphenols และ flavones สารเหล่านี้จัดว่าเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพและมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง และมีผลต่อการลดระดับคลอเรสเตอรอล มีรายงานหลายท่านได้รายงานการศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในส่วนของเนื้อ (ชานนท์ และคณะ, 2553) ในอาหารหรือเครื่องดื่มหลายชนิดมีการนิยมนำเอาเปลือกผลไม้ผสมลงในตัวของผลิตภัณฑ์ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระเช่น เปลือกทุเรียนทดแทนแป้งสาลี (เจตนิพัทธ์ และคณะ, 2561) เปลือกมะม่วงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระถูกนำมาผสมในเค้ก (อินทิรา และคณะ, 2561) มีการศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 8 ชนิด ได้แก่ มังคุด มะม่วง กล้วยหอม ทุเรียน ลองกอง มะละกอ ส้ม และสับปะรด พบว่าเปลือกมังคุด และเปลือกมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ 2, 2- Diphenly-1-Picrylhydrazyl (DPPH) และอนุมูลอิสระ 2, 2'-Azobis (3-Ethylbenzthiazoline-6-Sulfonic Acid) Diammonium Salt (ABTS) สูงกว่าเปลือกผลไม้ชนิดอื่น (พงศธร และคณะ, 2551) ซึ่งในปัจจุบันรายงานวิจัยที่วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพในมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ในวัยต่าง ๆนั้นยังมีจำนวนน้อย

กระบวนการอบแห้งหรือกระบวนการลดความชื้น เป็นการถ่ายทอดความร้อนไปที่วัตถุ เพื่อเป็นการไล่ความชื้นออกโดยการระเหยน้ำออกจากวัตถุ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งหรือการลดความชื้นสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยการอบแห้งด้วยลมร้อน (สมชาติ, 2540) การอบแห้งผักและผลไม้อาจทำให้คุณภาพของผักและผลไม้มีลักษณะที่เปลี่ยนไป เช่น สี เนื้อสัมผัส เป็นต้น เนื่องจากวัตถุมีการได้รับความร้อนต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งนั้น ๆ เช่น เรื่องของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบแห้งวัตถุ เป็นต้น และขึ้นอยู่กับลักษณะของตัววัตถุดิบที่เลือกใช้ในการอบแห้ง ซึ่งในการอบแห้งโดยทั่วไปมักจะนิยมใช้วิธีการอบแบบลมร้อน ซึ่งการอบแบบลมร้อนมีอัตราการอบแห้งต่ำและใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน (นันทวัน และสุพิชา, 2554) ซึ่งในอาหารแห้ง (Dried Food) มีค่า water activity น้อยกว่า0.6 และมีความชื้นไม่เกิน 15 % ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมสภาพของผลตภัณฑ์อาหาร มีผลตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยอาหาร (สุพจน์, 2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลา ต่อคุณภาพกายภาพและเคมี ในเปลือกผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก ระยะสุก

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทางด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก

คัดเลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากตลาดสี่มุมเมือง (ระยะดิบผลมีสีเขียว ระยะผลกึ่งดิบกึ่งสุกผลมีสีเขียวปนสีเหลือง และระยะสุกผลมีสีเหลือง) (ภาพที่ 1) มาทดลองโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) มี 3 ซ้ำ นำมะม่วงมาปอกเปลือกมะม่วงออก นำส่วนของเปลือกมะม่วงล้างด้วยน้ำสะอาด อุณหภูมิปกติจำนวน2 ครั้ง จากนั้น นำเปลือกมะม่วงหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำไปแช่น้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที พอครบเวลาแล้วนำไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำมาศึกษาเวลาในการอบแห้งโดยแปลงอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส โดยการประเมินค่าสังเกตเมื่อเปลือกมะม่วงมีค่า Water Activity (เครื่อง Water activity ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น 4TE) อยู่ในช่วง < 0.6 โดยนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นไม่เกิน 15 % ด้วยเครื่อง Halogen Moisture Analyzer วิเคราะห์โดยการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกชั่วโมง นำค่าที่ได้แสดงในกราฟเส้นตรงเพื่อหาจุดตัดที่เหมาะสมของเปลือกมะม่วงต่อเวลาในการอบแห้งเปลือกมะม่วง

ก ข ค

ภาพที่ 1 วัยของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4: วัยดิบ (ก) วัยกึ่งดิบกึ่งสุก (ข) วัยสุก (ค)

2. ศึกษาคุณสมบัติของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทางด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4

นำมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก (ระยะดิบผลมีสีเขียว ระยะผลกึ่งดิบกึ่งสุกผลมีสีเขียวปนสีเหลือง และระยะสุกผลมีสีเหลือง) โดยเลือกเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วงคือ 8 ชั่วโมง เนื่องจากการวัดค่า Water Activity ในช่วง < 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 15% (สุพจน์, 2556) ดังภาพที่ 2 และ3 หลังจากได้เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วง นำเปลือกมะม่วงมาล้างด้วยน้ำสะอาด อุณหภูมิปกติจำนวน2 ครั้ง จากนั้น นำเปลือกมะม่วงหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำไปแช่น้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที พอครบเวลาแล้วนำไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 15 นาที นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดสมุนไพร และร่อนผ่าน

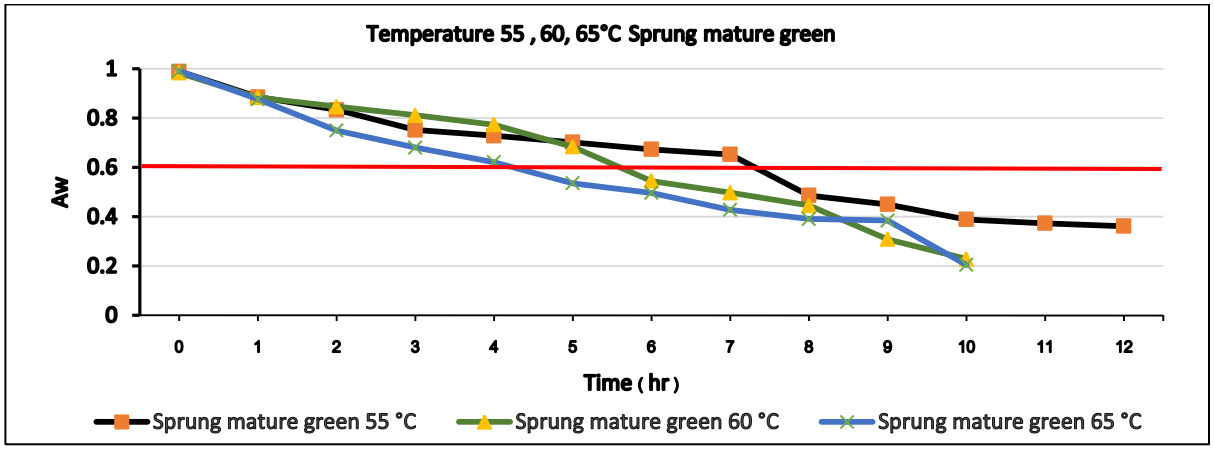
ตะแกรงขนาด 212 ไมคอน และเก็บบรรจุในถุงซิปล็อกป้องกันอากาศ และความชื้น โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการบดแล้วไปทดสอบคุณภาพทางกายภาพจำนวน 3 ซ้ำ ๆละ 30 กรัม นำไปวิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่อง Minolta chroma meter รายงานผลเป็นค่า L* ,a*, b* โดย L* หมายถึงความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) a * หมายถึงค่าความเป็นสีเขียว และสีแดงโดยมีค่า a- คือสีเขียวและ a+ คือสีแดง, b * หมายถึงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินโดยมีค่า b- คือสีน้ำเงิน และb+ คือสีเหลือง การวิเคราะห์ทางเคมีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 กรัม ได้แก่ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ตาม A.O.A.C. (2000) ปริมาณ Water Activity (โดยใช้เทคนิค Dew Point Technique) คลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีนอยด์ ตัวอย่างละ 5 กรัม (ดัดแปลงจาก Pallabi et al., 2016)

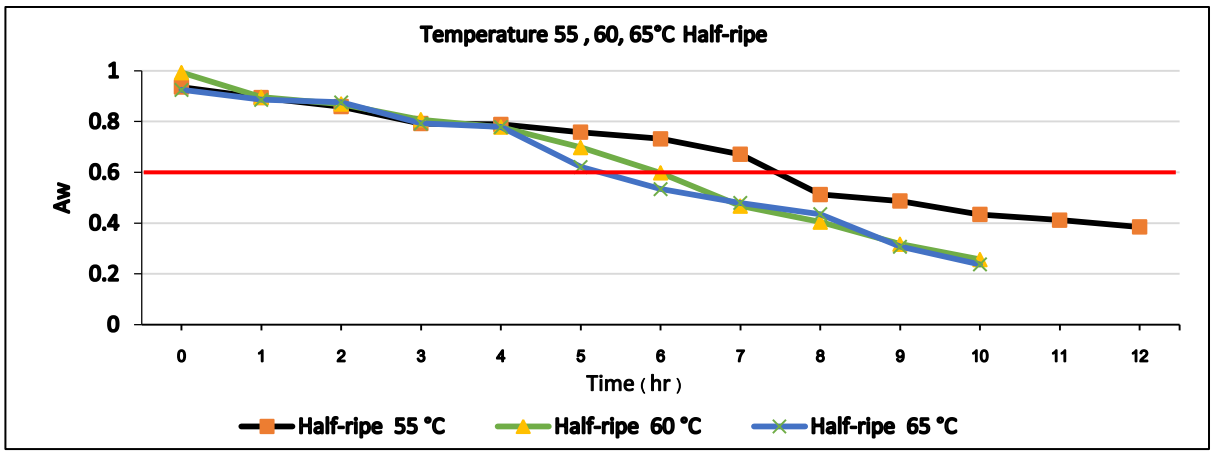
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

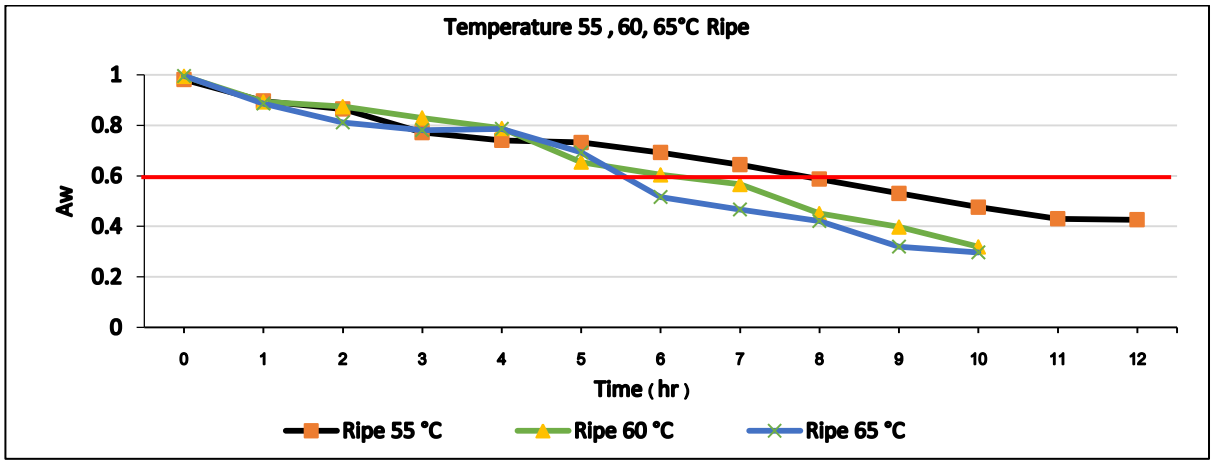
นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแบบการทดลองและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Tests (DMRT) โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS

ผลการวิจัย

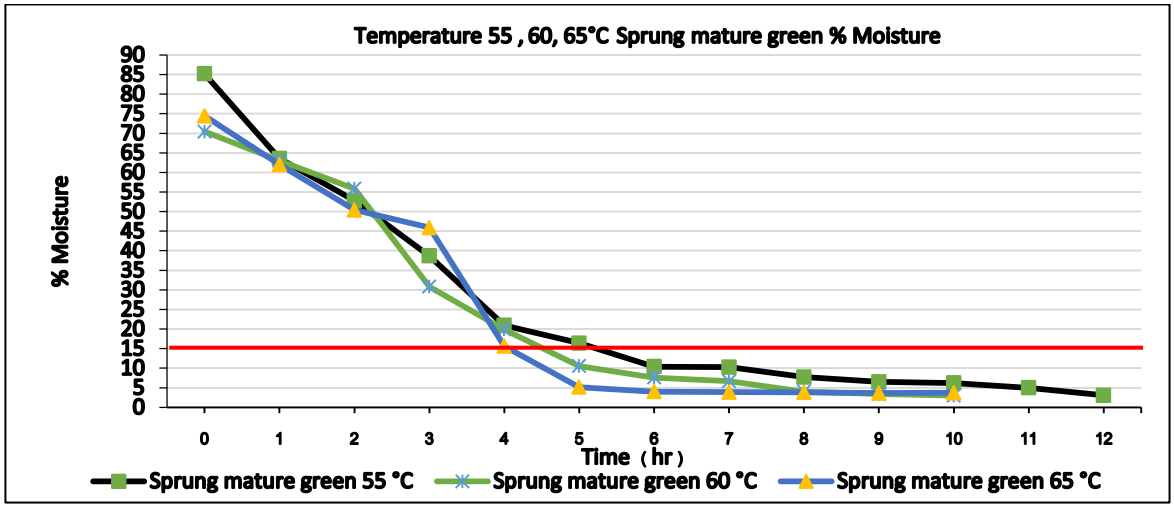
1. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก ศึกษาเวลาในการอบแห้งโดยแปลงอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส พบว่า การอบแห้งเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ที่เวลา 8 ชั่วโมง มีค่า Water Activity < 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 15% ดังนั้น เวลาที่เหมาะสมในการนำไปอบตัวอย่าง คือ 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส ซึ่งการอบเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ที่เวลา 8 ชั่วโมง นั้นได้ว่าเปลือกมะม่วงมีความปลอดภัยและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าปกติและมีความปลอดภัยจากเชื้อจุลลินทรีย์ (ภาพที่ 2 และ 3)

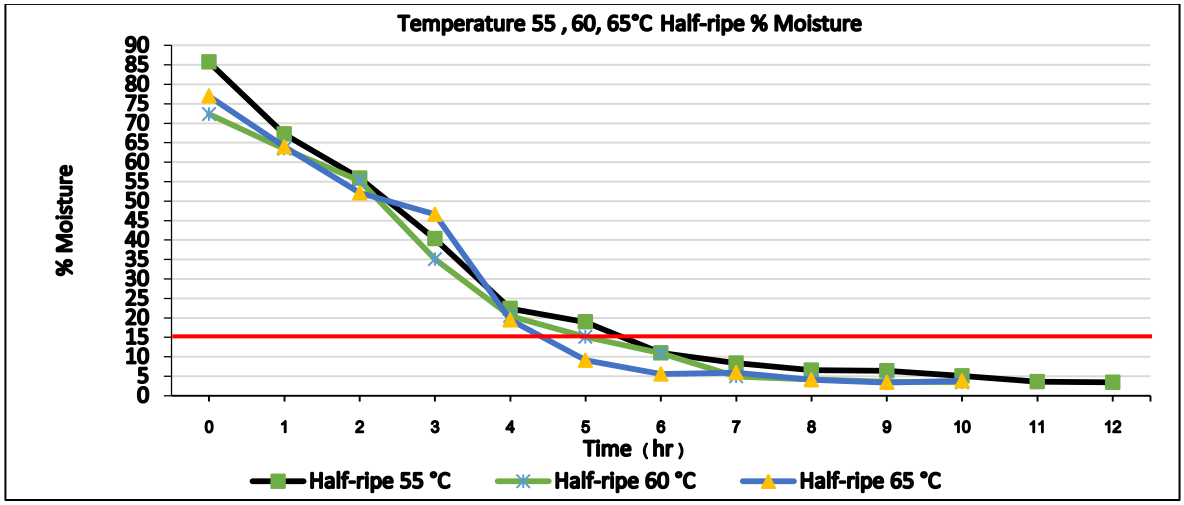


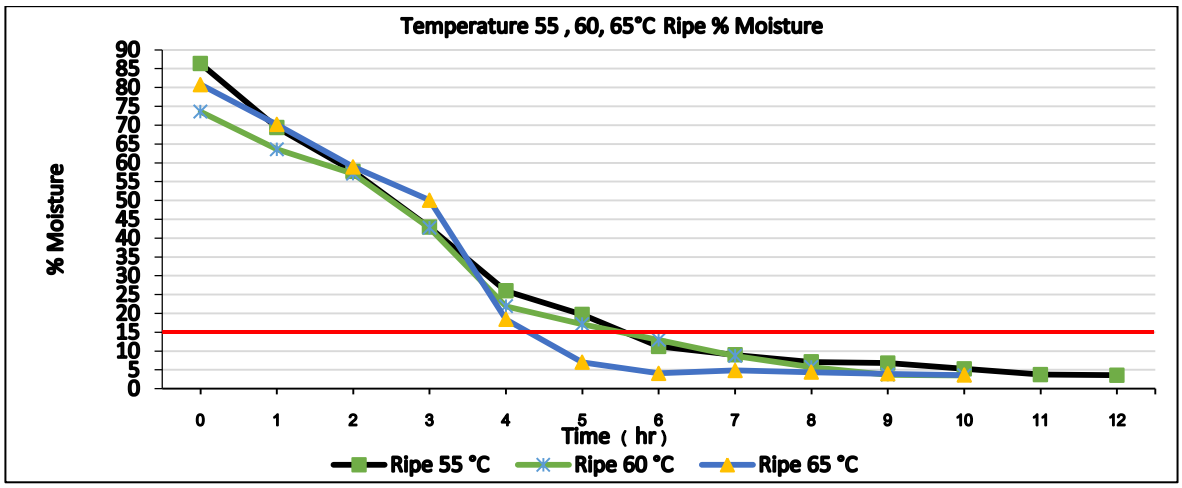




ภาพที่ 2 ค่า water activity ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก ทั้ง 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส







ภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก ทั้ง 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส

2. ศึกษาคุณสมบัติของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทางด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก จากการศึกษาพบว่า เปลือกระยะสุกของทั้งสามอุณหภูมิ มีค่า L^* สูงกว่าเปลือกระยะดิบและระยะกึ่งดิบกึ่งสุก แสดงว่า เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์4 ระยะสุกให้ค่าความสว่างมากที่สุด ส่วน a^* และ b^* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่ามีค่าสูงที่ ระยะสุก ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี L^* เปลือกและเนื้อ เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก เป็นผลมาจากการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์ และมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น แคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลืองของผลมะม่วงสุก จะมีเบตา-แคโรทีนมากกว่าหรือให้ค่าสีเหลือง (b^*) เข้มกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อย (สายชล และสุนทร, 2535) ดังนั้น b^* ของผลสุกจะมีค่าสูงกว่า ระยะดิบและระยะกึ่งดิบกึ่งสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 1) จากการวิเคราะห์สารสำคัญในปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ(ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก ระยะสุก) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) ปริมาณ water activity ของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ (ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก ระยะสุก) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ตารางที่ 3) ในส่วนปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น และเถ้า พบว่า เปลือกมะม่วงดิบ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า ระยะกึ่งดิบกางสุกและระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในเปลือกมะม่วงสุกมีปริมาณน้ำตาลที่มากขึ้นทำให้ปริมาณของน้ำในเปลือกสุกมากขึ้น (ธีระ, 2545) เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะสุก พบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 79.15, 75.83 และ74.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในสายพันธุ์มะม่วงที่พบปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกของผลสุกสูง (ดวงพร, 2558) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ อบแห้งที่อุณภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8 ชั่วโมงพบว่า มีปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ความชื้น และ เถ้า เท่ากับ 1.56, 25.33, 3.20 และ2.39 % ตามลำดับ และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี เท่ากับ 0.12 และ0.07 mg/L ตามลำดับ

ตารางที่ 1 สีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

Sample	Color value[1]		
	L*	a*	b*
Sprung mature green 55	**77.61[c]**	**-2.66[c]**	**28.16[b]**
Half-ripe 55	**78.30[b]**	**-2.46[b]**	**27.36[c]**
Ripe 55	**79.41[a]**	**-2.05[a]**	**33.29[a]**
Sprung mature green 60	**77.51[c]**	**-2.60[c]**	**28.17[b]**
Half-ripe 60	**78.28[b]**	**-2.48[b]**	**27.35[c]**
Ripe 60	**79.48[a]**	**-2.05[a]**	**33.00[a]**
Sprung mature green 65	**77.48[c]**	**-2.61[c]**	**28.18[b]**
Half-ripe 65	**78.36[b]**	**-2.45[b]**	**27.30[c]**
Ripe 65	**79.48[a]**	**-2.05[a]**	**33.27[a]**

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

Sample	Chlorophyll		
	Chlorophyll a (mg/L)	Chlorophyll b (mg/L)	TotalCarotenoid (mg/L)
Sprung mature green 55	0.12[a]	0.07[a]	50.79[d]
Half-ripe 55	0.07[c]	0.05[b]	61.40[b]
Ripe 55	0.01[d]	0.01[d]	65.39[a]
Sprung mature green 60	0.12[a]	0.07[a]	50.79[d]
Half-ripe 60	0.08[b]	0.05[b]	61.46[b]
Ripe 60	0.01[d]	0.01[d]	65.47[a]
Sprung mature green 65	0.12[a]	0.07[a]	51.30[c]
Half-ripe 65	0.08[b]	0.05[c]	61.26[b]
Ripe 65	0.01[d]	0.01[e]	65.53[a]

หมายเหตุ [a-e] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p□0.05)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

Sample	Aw[ns] (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Fat (%)	Protein (%)	Fiber (%)
Sprung mature green 55	0.38	3.19[a]	2.51[a]	1.50[ab]	20.90[d]	7.29[d]
Half-ripe 55	0.38	3.08[b]	1.23[bc]	1.55[a]	18.91[f]	61.06[b]
Ripe 55	0.36	3.16[a]	1.16[cd]	0.82[d]	23.81[c]	75.83[a]
Sprung mature green 60	0.38	3.16[a]	2.45[a]	1.47[ab]	20.54[d]	7.07[d]
Half-ripe 60	0.37	3.05[b]	1.31[b]	1.43[ab]	19.61[e]	60.52[b]
Ripe 60	0.36	3.08[b]	1.18[bc]	0.71[d]	23.81[b]	74.03[a]
Sprung mature green 65	0.38	3.20[a]	2.39[a]	1.56[a]	25.33[a]	50.50[c]
Half-ripe 65	0.36	3.06[b]	1.12[bd]	1.34[b]	22.99[c]	58.91[b]
Ripe 65	0.38	3.09[b]	1.04[d]	1.18[c]	19.90[e]	79.15[a]

หมายเหตุ [a-c] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p□0.05)

[ns] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p>0.05)

อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเห็นได้ว่าการแบ่งอุณหภูมิเป็น3 กลุ่ม คือ 55, 60 และ65 องศาเซลเซียสนั้น พบว่าเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 คือ เวลาที่ 8 ชั่วโมง ซึ่งมีค่า Water Activity อยู่ในช่วง < 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 15 % ของทุกอุณหภูมิในการทดลอง ซึ่งผลวิจัยนี้คล้ายกับวรรณิภา (2559) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณภาพของดอกโสนและการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยสรุปผลว่า เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งดอกโสนที่เวลา 360 นาทีมีความเหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ดีที่สุด

จากการศึกษาคุณสมบัติของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทางด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก หลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ65 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง พบว่าค่าสี L* , a*, b* เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิกับเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก เป็นผลมาจากการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์และมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น แคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลืองของผลมะม่วงสุก จะมีเบตา-แคโรทีนมากกว่าหรือให้ค่าสีเหลือง (b^*) เข้มกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อย (สายชล และสุนทร, 2535) ดังนั้น b^* ของผลสุกจะมีค่าสูงกว่า ระยะดิบและระยะกึ่งดิบกึ่งสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคลอโรฟิลล์เอ บี และแคโรทีนอยด์ ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ระยะดิบทั้งสามอุณหภูมิ มีปริมาณมากที่สุด เท่ากับ 0.12, 0.12 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่พบปริมาณคลอโรฟิลล์ในเปลือกของผลดิบสูง (กฤษณ์, 2559) การวิเคราะห์แคโรทีนอยด์พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแคโรทีนอยด์มากที่สุดในเปลือกมะม่วงสุกทุกอุณหภูมิ มีปริมาณเท่ากับ 65.53, 65.47 และ 65.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในสายพันธุ์มะม่วงที่พบปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกของผลสุกสูง (ดวงพร, 2558) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ อบแห้งที่อุณภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8 ชั่วโมงพบว่า มีปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ความชื้น และ เถ้า เท่ากับ 1.56, 25.33, 3.20 และ2.39 % ตามลำดับ และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี เท่ากับ 0.12 และ0.07 mg/L ตามลำดับ มากที่สุด ดังนั้น การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วงคือ 8 ชั่วโมง จากการศึกษาเห็นได้ว่าค่า Water Activity < 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 15 % เป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี พบว่า เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบีมากที่สุด เมื่อเทียบกับเปลือกมะม่วงระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุกที่อุณหภูมิ 55 และ 60 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้ความอนุเคราะห์ในด้านของอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษณ์ สงวนพวก. ปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ของมะม่วงรับประทานดิบในประเทศไทยหลังการเก็บเกี่ยว.วารสารวิจัยราชมงคลกรุงเทพ 2559; 10(2): 1-8

เจตนิพัทธ์ บุญสวัสดิ์ และ จักราวุธ ภู่เสม. ผลของการใช้เปลือกทุเรียนทกแทนแป้งสาลรต่อคุณภาพของเค้กบราวนี่. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร 2561; 12(1): 113-124.

ชานนท์ สาระสุข และ อนุวัตร แจ้งชัด. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะดิบและสุก. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553. หน้า 434-442.

ดวงพร ภู่ผะกา. การประเมินปริมาณสารพฤกษาเคมีบางประการ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกของมะม่วงพื้นเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารวิทยาศาสตร์มข. 2558; 43(2): 267-283.

ธีระ วัฒนศิริเวช. การศึกษาชนิดและปริมาณสารหอมระเหย น้ำตาล และกรดบางชนิดในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่มีระยะการสุกและสภาวะการสุกแตกต่างกัน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2545.

นันทวัน เทิดไทย และสุพิชา กระจ่างเมธีกุล. ผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับการอบแห้งแบบลมร้อนต่อคุณภาพของฟักทองอบแห้ง. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2554. หน้า 133-140..

พงศธร ล้อสุวรรณ จิตศิริ ราชตนะพันธุ์ และศศิธร จันทนวรางกูร. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 46. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2551. หน้า 54-65.

วรรณิภา พาณิชกรกุล. ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณภาพของดอกโสนและการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร]. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์; 2559.

ศิริธร ศิริอมรพรรณ และ นเรศ มีโส. การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในมะม่วง กล้วย และมะละกอ. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2552.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี; 2540.

สายชล เกตุษา และสุนทร โปรทา. คุณภาพผลมะม่วงสุก และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวอายุต่างกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ (ฉบับพิเศษ) 2535; 26: 12-19.

สุพจน์ ตุงเศรวงศ์. ความสำคัญของการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้อในอุตสาหกรรมอาหาร. June-July 2013; 40: 229.

อินทิรา ลิจันทร์พร นันท์ชนก นันทะไชย ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์ และ อัญชลินทร์ สิงห์คำ. ผลของผงเปลือกมะม่วงต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของเค้ก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ (ฉบับพิเศษ) 2561; 585-588.

AOAC. Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16; 2000.

Pallabi Kundu,Anitha K and Ramani N. Feeding Impact of The vegetable Mite, Tetranychusneocaledonicus André (Acari: Tetranychidae) Onmentha Rotundifolial. International Journal of Recent Scientific Research 2006; 7(4): 10406-10409.