

อิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเปลือกมะม่วงผง

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

Power

วัลลภี ภาคพจน์ (Wallee Pakpot)* ดร.ลลิตา ศิริวัฒนานนท์ (Dr.Lalita Siriwattananon)**

ดร.นาวพร ลากส่งผล (Dr.Nawaporn Lapsongphon)** ดร.อินทิรา ลิจันทร์พร (Dr.Intira Lichanporn)***

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ 3 วัช (ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบถึงสุก และระยะสุก) ในการอบแห้งกำหนดให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้น้อยกว่า 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 6% โดยการแปรระดับอุณหภูมิในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส โดยนำตัวอย่างเปลือกมะม่วงมาวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีและปริมาณความชื้นทุกชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีและปริมาณความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 0.6 และ 6% เปลือกมะม่วงระยะสุกที่อบแห้งอุณหภูมิ 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่าง (L*) ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และเส้นใยสูงกว่าเปลือกมะม่วงระยะกึ่งดิบถึงสุกและระยะดิบตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณความชื้น ถั่ว ไขมัน คลอโรฟิลล์ทั้งเอ และบีในเปลือกมะม่วงระยะดิบที่อบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิมีมากที่สุด อย่างไรก็ตามเปลือกมะม่วงระยะดิบที่อบแห้งอุณหภูมิ 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 65°C. The mango peels were analyzed the water activity and moisture content every hour. It was found that, at 55, 60 and 65°C 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 65°C 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 65°C had the highest protein as 25.33%.

คำสำคัญ: เปลือกผลมะม่วง คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์

Keywords: Mango peel fruit, Chlorophyll, Carotenoid

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

**อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทนำ

มะม่วงน้ำดอกไม้ (Mangifera indica Linn.) เป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักกันเป็นอย่างดีเพราะนอกจากจะมีรสชาติดี ยังจัดเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ และวิตามินหลายชนิด มะม่วงเป็นผลไม้ที่ทานได้ทั้งผลดิบและผลสุกและมะม่วงสามารถรับประทานได้ทุกช่วง มะม่วงมีประโยชน์มากในด้านโภชนาการเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหาร และยังรวมไปถึงคุณค่าทางยา (ศิริธร และ นเรศ, 2552) เปลือกมะม่วงในปัจจุบันมีเหลือทิ้งจำนวนมากจากการผลิตสินค้า การบริโภคและผลิตภัณฑ์อาหารในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร ทำให้เกิดเป็นขยะเหลือทิ้งจำนวนมากซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีการสนใจนำมูลค่าเพิ่มจากเปลือกหรือส่วนที่เหลือจากการผลิตเช่น เปลือกผลไม้ เมล็ด หรือส่วนของผลไม้ที่ไม่ได้คุณภาพ โดยนำมาทำการแปรรูปจากของเหลือหลังการผลิตจากอุปกรณ์และของที่มีในสถานที่ผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับทางโรงงานในอุตสาหกรรม ซึ่งในเปลือกมะม่วง (ผลดิบมีสีเขียว ผลกึ่งดิบถึงสุก และผลสุก) เป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ เช่น polyphenols และ flavones สารเหล่านี้จัดว่าเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพและมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง และมีผลต่อการลดระดับคอเลสเตอรอล มีรายงานหลายท่านได้รายงานการศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในส่วนของเนื้อ (ชานนท์ และคณะ, 2553) ในอาหารหรือเครื่องดื่มหลายชนิดมีการนิยมนำเอาเปลือกผลไม้ผสมลงในตัวของผลิตภัณฑ์ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระเช่น เปลือกทุเรียนทอดแทนแป้งสาลี (เจตนิพัทธ์ และคณะ, 2561) เปลือกมะม่วงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระถูกนำมาผสมในเค้ก (อินทริธา และคณะ, 2561) มีการศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ 8 ชนิด ได้แก่ มังคุด มะม่วง กล้วยหอม ทุเรียน ลองกอง มะละกอ ส้ม และสับปะรด พบว่าเปลือกมังคุด และเปลือกมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ 2, 2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และอนุมูลอิสระ 2, 2'-Azobis (3-Ethylbenzthiazoline-6-Sulfonic Acid) Diammonium Salt (ABTS) สูงกว่าเปลือกผลไม้ชนิดอื่น (พงศธร และคณะ, 2551) ซึ่งในปัจจุบันรายงานวิจัยที่วิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางเคมี ภาพภาพในมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ในวัยต่าง ๆ นั้นยังมีจำนวนน้อย

กระบวนการอบแห้งหรือกระบวนการลดความชื้น เป็นการถ่ายเทความร้อนไปที่วัตถุ เพื่อเป็นการไล่ความชื้นออกโดยการระเหยน้ำออกจากวัตถุ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งหรือการลดความชื้นสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยการอบแห้งด้วยลมร้อน (สมชาติ, 2540) การอบแห้งผักและผลไม้อาจทำให้คุณภาพของผักและผลไม้มีลักษณะที่เปลี่ยนไป เช่น สี เนื้อสัมผัส เป็นต้น เนื่องจากวัตถุดิบได้รับความร้อนต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งนั้น ๆ เช่น เรื่องของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบแห้งวัตถุ เป็นต้น และขึ้นอยู่กับลักษณะของตัววัตถุดิบที่เลือกใช้ในการอบแห้ง ซึ่งในการอบแห้งโดยทั่วไปมักจะนิยมใช้วิธีการอบแบบลมร้อน ซึ่งการอบแบบลมร้อนมีอัตราการอบแห้งต่ำและใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน (นันทวัน และสุพิชา, 2554) ซึ่งในอาหารแห้ง (Dried Food) มีค่า water activity น้อยกว่า 0.6 และมีความชื้นไม่เกิน 15 % ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร มีผลตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยอาหาร (สุพจน์, 2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลา ต่อคุณภาพกายภาพและเคมี ในเปลือกผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบถึงสุก 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 อุณหภูมิปกติจำนวน 2 ครั้ง จากนั้น นำเปลือกมะม่วงหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำไปแช่น้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที พอลบเวลาแล้วนำไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 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 วยของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4: วยดิบ (ก) วยกึ่งดิบกึ่งสุก (ข) วยสุก (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 และ 3 หลังจากได้เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วง นำเปลือกมะม่วงมาล้างด้วยน้ำสะอาด อุณหภูมิปกติจำนวน 2 ครั้ง จากนั้น นำเปลือกมะม่วงหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำไปแช่น้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที พอลบเวลาแล้วนำไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 15 นาที นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดสมุนไพร และร่อนผ่าน

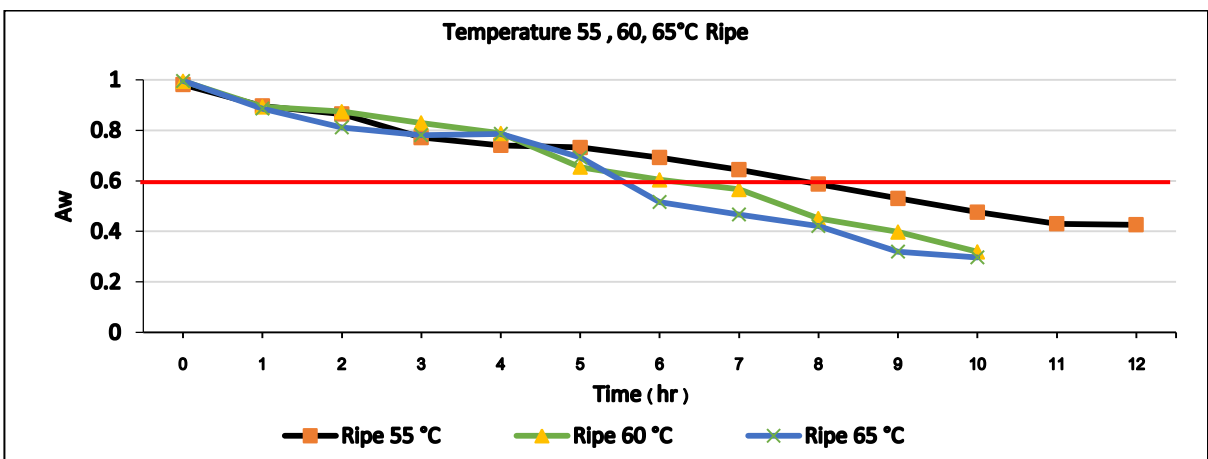
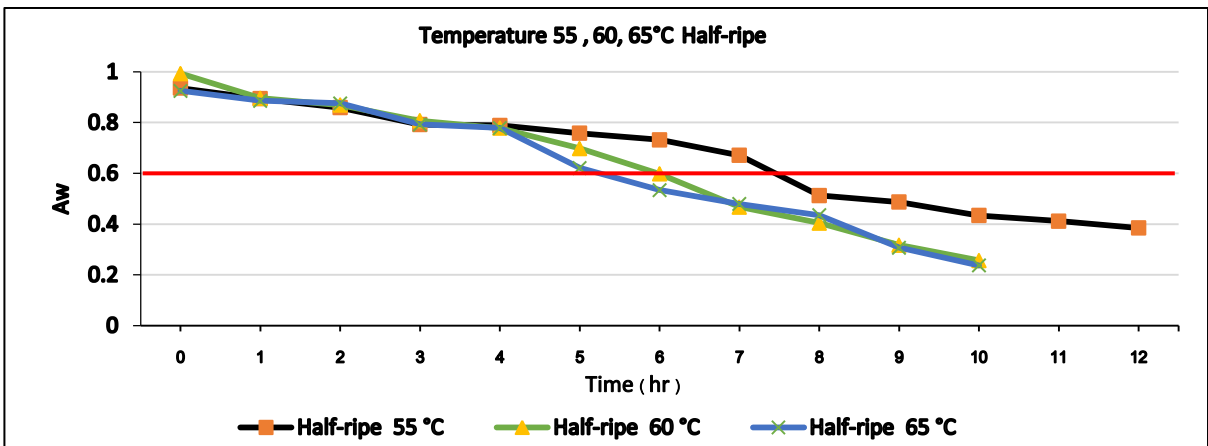
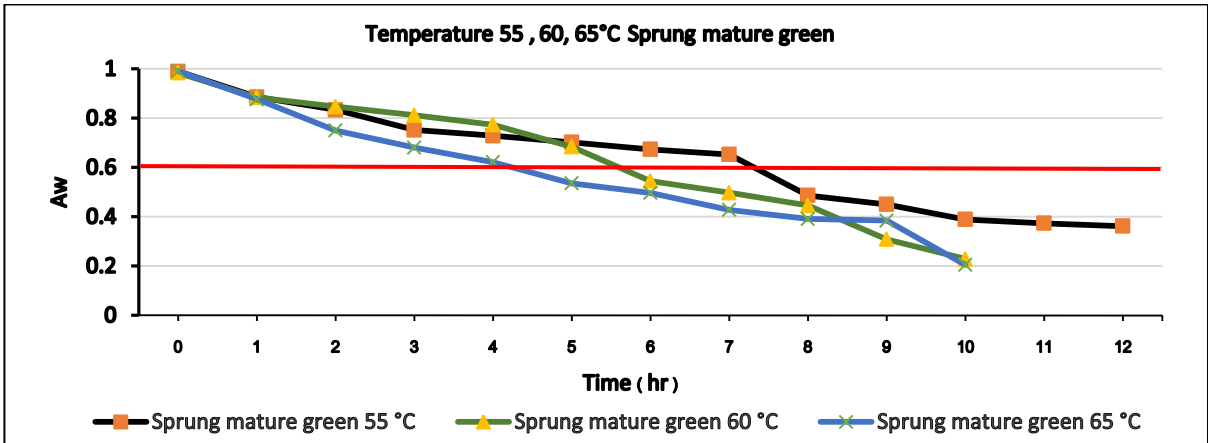
ตะแกรงขนาด 212 ไมคอน และเก็บบรรจุในถุงซิปล็อกป้องกันอากาศ และความชื้น โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการอบแล้ว ไปทดสอบคุณภาพทางกายภาพจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 30 กรัม นำไปวิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่อง Minolta chroma meter รายงานผลเป็นค่า L^* , a^* , b^* โดย L^* หมายถึงความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) a^* หมายถึงค่าความเป็นสีเขียว และสีแดง โดยมีค่า a^- คือสีเขียวและ a^+ คือสีแดง, b^* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยมีค่า b^- คือสีน้ำเงิน และ b^+ คือสีเหลือง การวิเคราะห์ทางเคมีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 กรัม ได้แก่ ปริมาณความชื้น 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

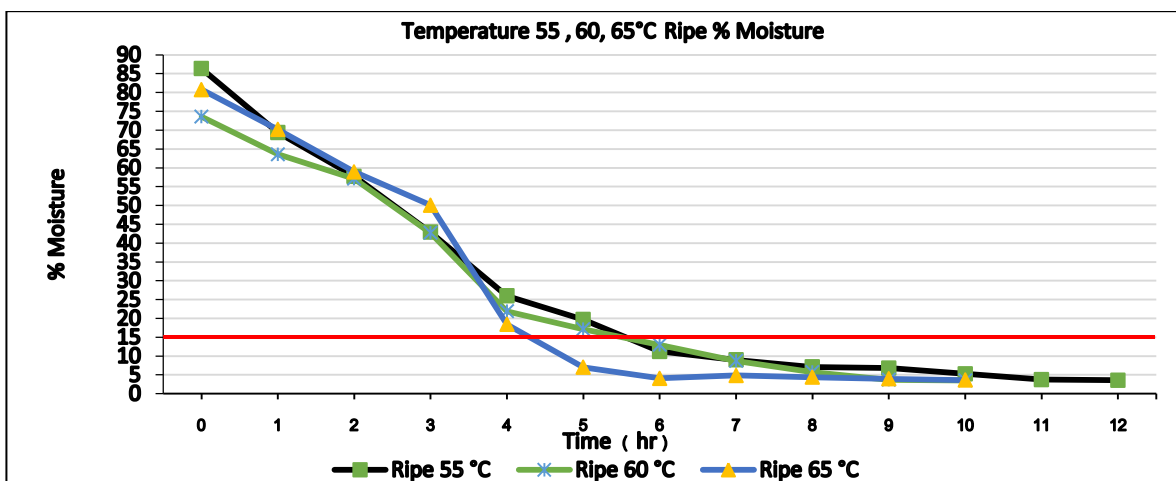
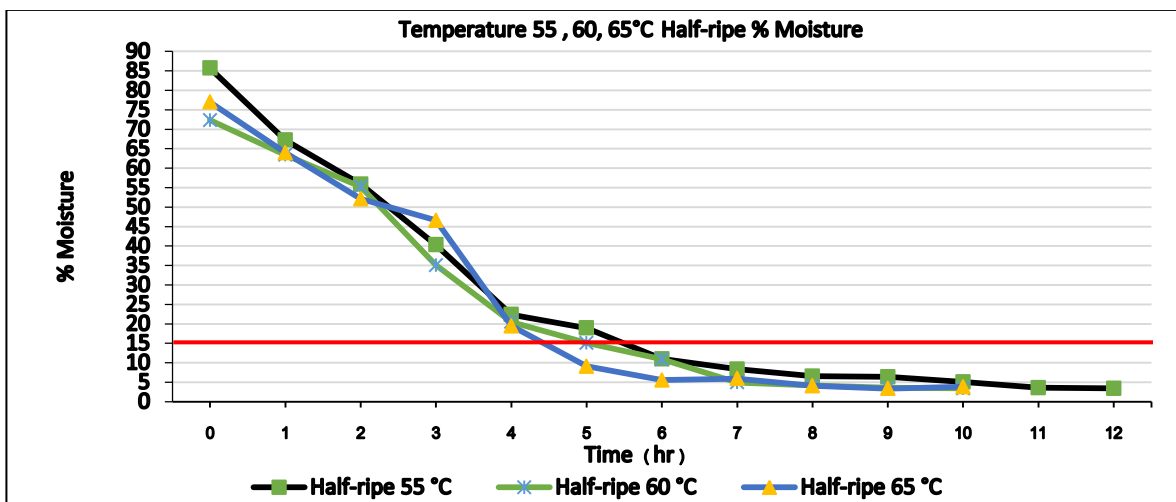
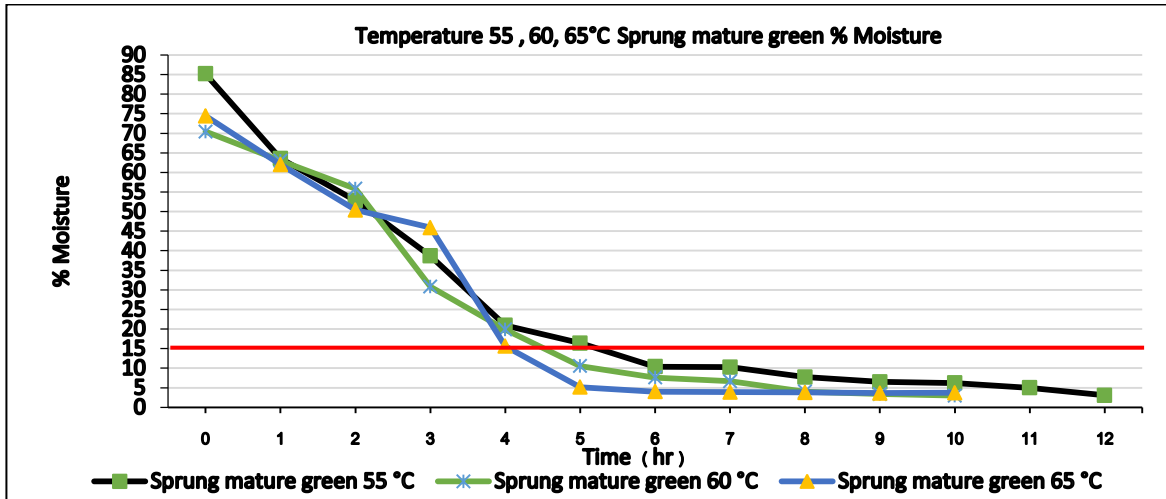
นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแบบการทดลองและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Tests (DMRT) โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS

ผลการวิจัย

1. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบถึงสุก 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 นั้นได้ว่าเปลือกมะม่วงมีความปลอดภัยและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าปกติและมีความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพที่ 2 และ 3)



ภาพที่ 2 ค่า water activity ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบถึงสุก 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. ศึกษาคุณสมบัติของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทางด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก จากการศึกษาพบว่า เปลือกระยะสุกของทั้งสามอุณหภูมิ มีค่า L^* สูงกว่าเปลือกระยะดิบและระยะกึ่งดิบกึ่งสุก แสดงว่า เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะสุกให้ค่าความสว่างมากที่สุด ส่วน a^* และ b^* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่ามีค่าสูงที่ ระยะสุก ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี L^* เปลือกและเนื้อ เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก เป็นผลมาจากการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์ และมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น แคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลืองของผลมะม่วงสุก จะมีเบตา-แคโรทีนมากกว่าหรือให้ค่าสีเหลือง (b^*) เข้มกว่าผลที่มีความบิรูรณ์น้อย (สายชล และสุนทร, 2535) ดังนั้น b^* ของผลสุกจะมีค่าสูงกว่า ระยะดิบ และระยะกึ่งดิบกึ่งสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 1) จากการวิเคราะห์สารสำคัญในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 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 ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในเปลือกมะม่วงสุกมีปริมาณน้ำตาลที่มากขึ้นทำให้ปริมาณของน้ำในเปลือกสุกมากขึ้น (ธีระ, 2545) เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะสุก พบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 79.15, 75.83 และ 74.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในสายพันธุ์มะม่วงที่พบปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกของผลสุกสูง (ดวงพร, 2558) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ อบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8 ชั่วโมงพบว่า มีปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ความชื้น และ เถ้า เท่ากับ 1.56, 25.33, 3.20 และ 2.39 % ตามลำดับ และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี เท่ากับ 0.12 และ 0.07 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 ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

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

Sample	Chlorophyll		
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total Carotenoid
	(mg/L)	(mg/L)	(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 ^c	65.53 ^a

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p<0.05)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบ กึ่งสุก 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 ^c	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 ^c	79.15 ^a

หมายเหตุ ^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p<0.05)

^{ns} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p>0.05)

อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเห็นได้ว่าการแบ่งอุณหภูมิเป็น 3 กลุ่ม คือ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียสนั้น พบว่าเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 คือ เวลาที่ 8 ชั่วโมง ซึ่งมีค่า Water Activity อยู่ในช่วง < 0.6 และปริมาณความชื้นไม่เกิน 15 % ของทุกอุณหภูมิในการทดลอง ซึ่งผลวิจัยนี้คล้ายกับวรรณิภา (2559) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณภาพของดอกโสนและการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยสรุปผลว่า เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งดอกโสนที่เวลา 360 นาทีที่มีความเหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ดีที่สุด

จากการศึกษาคุณสมบัติของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทางด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดิบ ระยะกึ่งดิบกึ่งสุก และระยะสุก หลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง พบว่าค่า L^* , a^* , b^* เมื่อเปรียบเทียบกับเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก เป็นผลมาจากการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์และมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น แคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลืองของผลมะม่วงสุก จะมีเบตาแคโรทีนมากกว่าหรือให้ค่าสีเหลือง (b^*) เข้มกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อย (สายชด และสุนทร, 2535) ดังนั้น b^* ของผลสุกจะมีค่าสูงกว่า ระยะดิบ และระยะกึ่งดิบกึ่งสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคลอโรฟิลล์เอ บี และแคโรทีนอยด์ ในเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ระยะดิบทั้งสามอุณหภูมิ มีปริมาณมากที่สุด เท่ากับ 0.12, 0.12 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่พบปริมาณคลอโรฟิลล์ในเปลือกของผลดิบสูง (กฤษณ์, 2559) การวิเคราะห์แคโรทีนอยด์พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแคโรทีนอยด์มากที่สุดในเปลือกมะม่วงสุกทุกอุณหภูมิ มีปริมาณเท่ากับ 65.53, 65.47 และ 65.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในสายพันธุ์มะม่วงที่พบปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกของผลสุกสูง (ดวงพร, 2558) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะดิบ อบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8 ชั่วโมงพบว่ามีปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ความชื้น และ เถ้า เท่ากับ 1.56, 25.33, 3.20 และ 2.39 % ตามลำดับ และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี เท่ากับ 0.12 และ 0.07 mg/L ตามลำดับ มากที่สุด ดังนั้น การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกมะม่วงคือ 8 ชั่วโมง จากการศึกษาดูเห็นว่าค่า 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 สงวนพวง. ปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ของมะม่วงรับประทานดิบในประเทศไทยหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิจัยราชชมงคลกรุงเทพ 2559; 10(2): 1-8
- เจตนิพัทธ์ บุญสวัสดิ์ และ จักรวาท ภู่เสม. ผลของการใช้เปลือกทุเรียนทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของเค้กบราวนี่. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร 2561; 12(1): 113-124.
- ชานนท์ สารสุข และ อนุวัตร แจ่มชัด. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะดิบและสุก. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553. หน้า 434-442.
- ดวงพร ภู่มะกา. การประเมินปริมาณสารพฤกษเคมีบางประการ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกของมะม่วงพื้นเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 2558; 43(2): 267-283.
- ธีระ วัฒนศิริเวช. การศึกษาชนิดและปริมาณสารหอมระเหย น้ำตาล และกรดบางชนิดในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่มีระยะการสุกและสภาวะการสุกแตกต่างกัน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2545.
- นันทวัน เทิดไทย และสุพิชา กระจำเมธิกุล. ผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับการอบแห้งแบบลมร้อนต่อคุณภาพของพื้ทองอบแห้ง. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2554. หน้า 133-140..
- พงศธร ลือสุวรรณ จิตศิริ ราชชนะพันธุ์ และศศิธร จันทนวางกูร. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2551. หน้า 54-65.
- วรรณิภา พาณิชกรกุล. ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณภาพของดอกโสนและการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร]. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์; 2559.
- ศิริธร ศิริอมพรพรรณ และ นเรศ มีโส. การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในมะม่วง ก้อย และมะละกอ. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2552.
- สมชาติ ไสภณรณฤทธิ์. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี; 2540.
- สายชล เกตุยา และสุนทร โปรทา. คุณภาพผลมะม่วงสุก และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวอายุต่างกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ (ฉบับพิเศษ) 2535; 26: 12-19.
- สุพจน์ ตุงเศรษฐ์. ความสำคัญของการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอุตสาหกรรมอาหาร. June-July 2013; 40: 229.
- อินทิรา ลิจันทรพร นันทชนก นันทะไชย ปาลิดา ตังอนุรัตน์ 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, *Tetranychus neocaledonicus* André
(Acari: Tetranychidae) On *Ononchium rotundifolium*. International Journal of Recent Scientific Research 2006;
7(4): 10406-10409.