ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธ์ปัตตาเวีย โดยเครื่องอบแห้งลมร้อน

นายบุญโชค พ่อตาแสง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2565

FACTORS AFFECTING THE DRYING PROCESS OF BATAVIA PINEAPPLE BY HOT AIR DRYER

BOONCHOCK POTASANG

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Mechatronics Engineering
Suranaree University of Technology
Academic Year 2022

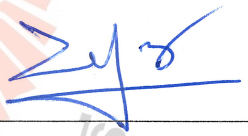
ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียโดยเครื่องอบแห้งลมร้อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.โศรฎา แข็งการ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(รศ. ดร.บัณฑิต กฤตาคม)
กรรมการ

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บุญโชค พ่อตาแสง : ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธ์ปัตตาเวียโดยเครื่องอบแห้งลมร้อน (FACTORS AFFECTING THE DRYING PROCESS OF BATAVIA PINEAPPLE BY HOT AIR DRYER) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โศรฎา แข็งการ, 60 หน้า.

คำสำคัญ: สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย/ตู้อบลมร้อน/การอบแห้ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน และเพื่อศึกษาปัจจัยและสภาวะการอบแห้งสับประรดพันธุ์ปัตตาเวียที่เหมาะสม โดยผู้วิจัยได้ทำการอบแห้งสับปะรดภายในตู้อบแห้งลมร้อนขนาด 73 X 50 X 114 เซ็นติเมตร โดยใช้ขดลวดความร้อนขนาด 2,000 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดลมร้อนแบบไหลวน และภายในตู้อบแห้งบรรจุถาดรองรับสับปะรดจำนวน 6 ชั้น โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขการทดลองอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่ม ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลการวิจัย พบว่า สภาวะของการการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่ม ที่มีความเหมาะสมที่ คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วลม 1.7 เมตร/วินาที ใช้เวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 18.05 % มาตรฐานเปียก และสภาวะของการการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบแช่อิ่ม คือ อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วลม 1.7 เมตร/วินาที ใช้เวลาในการอบแห้งนาน 4 ชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 27.2 % มาตรฐานเปียก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา บุญโชค

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

BOONCHOCK POTASANG : FACTORS AFFECTING THE DRYING PROCESS OF BATAVIA PINEAPPLE BY HOT AIR DRYER. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SORADA KHAENGKARN, Ph.D., 60 PP.

Keyword: Batavia pineapple/Hot Air Dryer/Drying Process

This research aimed to study the factors and the suitable drying conditions of the drying process of Batavia pineapple using a hot air dryer. The hot air dryer has dimensions 73 X 50 X 114 cm3, the chamber contains 6-trays, and the 2,000-watt heating coil is used as a heating resource. The experiments were conducted under crystallized and fresh pineapple conditions at a drying air velocity of 1.7 m/s and drying air temperatures of 40C, 60C, and 80C. The results have shown that the optimum drying condition for fresh and crystallized Batavia pineapple is 60C, with a 4-hour drying time with a final moisture content of 18.05 % wb and 27.2 % wb, respectively.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechatronic Engineering

Academic Year 2022

Student's Signature บุญโชค

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งทั้งทางด้านวิชาการและการดำเนินงานวิจัยจากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โศรฎา แข็งการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ด้วยความเอาใจใส่ รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์นี้จนเกิดความสมบูรณ์ พร้อมทางด้านวิชาการ ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็น อย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้เกียรติมาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ให้กับข้าพเจ้าในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต กฤตาคม ที่ได้ ให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ขอบคุณสำหรับคำแนะนำ ตลอดจนแนวทาง การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่การสอบโครงร่างจนกระทั่งสอบวิทยานิพนธ์ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุง แก้ไขงานวิจัยให้ดีขึ้น

ขอขอบคุณนางสาวปิยดา พ่อตาแสงและครอบครัวที่ให้โอกาสในการศึกษาและสละเวลาช่วยเหลือในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ สาขาวิชาช่างยนต์ คณะเทคโนโลยีอุสาหกรรม และคณาจารย์คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม ที่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาช่างยนต์/เทคโนโลยีเครื่องกลทดลองงานวิจัย

ขอขอบพระคุณการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ปลูกสับปะรดและแปรรูป ตำบลโนนตาล อำเภอท่าอุเทนที่ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้าน ต่าง ๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งญาติพี่น้องของผู้วิจัย ทุกท่านที่ให้ความรัก อบรมเลี้ยงดู และคอยเป็นกำลังใจ ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต

บุญโชค พ่อตาแสง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
2.1 สับปะรด 7
2.2 ปัญหาการผลิตสับปะรดในพื้นที่จังหวัดนครพนม 8
2.2.1 ปัญหาการผลิตสับปะรด 8
2.2.2 แนวทางพัฒนาสินค้าสับปะรด 9
2.2.3 ลักษณะหลักลักษณะภายนอกของสับปะรดท่าอุเทน 10
2.3 การอบแห้งสับปะรด 10
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้ง 11
2.5 การประเมินสมรรถนะของการอบแห้ง 11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
3 วิธีดำเนินการวิจัย 14
3.1 การศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
3.2 กลุ่มตัวอย่างและประชากร 14

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1 วัตถุดิบ 15
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 15
3.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 15
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 20
3.4.1 การอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน 20
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง 30
3.5.1 การวิเคราะห์เพื่อหาค่าความชื้นและอัตราส่วนความชื้น 37
3.5.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล 37
3.5.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้งและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง 37
3.5.4 การวิเคราะห์คุณภาพด้านสี 37
4 ผลการดำเนินการวิจัย 39
4.1 ผลการทดลองปัจจัยของอุณหภูมิที่มีผลต่อการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย 40
4.1.1 การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ 40
4.1.2 การเปรียบเทียบด้วยค่าสี 48
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 52
5.1 สรุปผลการวิจัย 52
5.2 ข้อเสนอแนะ 57
รายการอ้างอิง 59
ประวัติผู้เขียน 60

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของตู้อบแห้ง 40
4.2 การวัดค่าต่าง ๆ ของชิ้นตัวอย่างก่อนการอบแห้ง 41
4.3 การวัดค่าต่าง ๆ ของชิ้นตัวอย่างหลังการอบแห้ง 4 ชั่วโมง 42
4.4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของการอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม 44
4.5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของการอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม... 45
4.6 ผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งลมร้อนของสับปะรดแบบแช่อิ่ม 46
4.7 ผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งลมร้อนของสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม 46

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ภาพสับปะรดพันธ์ปัตตาเวีย....1
1.2 การจำหน่ายสับปะรดกวน....2
1.3 การแปรรูปสับปะรดของเกษตรกรในเขตอำเภอท่าอุเทน....3
1.4 การลงพื้นที่เพื่อสอบถามปัญหาของเกษตรกรที่ปลูกสับปรด ในเขตพื้นที่ อำเภอท่าอุเทน....3
1.5 ลักษณะของสับปะรดที่เน่าเสีย....4
1.6 การนำสับปะรดที่เน่าเสียมาผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพ....4
1.7 การจำหน่ายสับปะรดในตลาดอินโดจีน จังหวัดนครพนม....5
2.1 ลักษณะสับปะรดในพื้นที่อำเภอท่าอุเทน....8
2.2 ร้านค้าสับปะรดในพื้นที่อำเภอท่าอุเทน....9
3.1 สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย....15
3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลมีค่าความละเอียดที่ 0.001 กิโลกรัม....16
3.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบดิจิตอล....16
3.4 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์....17
3.5 กล้องจุลทรรศน์ สำหรับการวัดค่าสีของชิ้นตัวอย่างสับปะรด....17
3.6 กล่องทึบแสง....18
3.7 ถ้วยฟอยล์สำหรับหาความชื้น....19
3.8 ตู้อบแห้งสับปะรด....19
3.9 เครื่องอบลมร้อน....20
3.10 ขดลวดความร้อนขนาด 1,000 วัตต์....20
3.11 ชุดคอลโทรลระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้ง....21
3.12 มอเตอร์สร้างความเร็วลมและช่องลมภายในด้านบนของผนังตู้อบแห้ง....21
3.13 ความยาวของตะแกรงชั้นวางสับปะรดในตู้อบ 45 เซ็นติเมตร....22
3.14 ความกว้างของตะแกรงชั้นวางสับปะรดในตู้อบ 39 เซ็นติเมตร....22
3.15 ระยะห่างของตะแกรงชั้นวางสับปะรดในตู้อบในแต่ละช่อง 26 x 26 มิลลิเมตร....22
3.16 อุปกรณ์วัดความเร็วลม....23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.17 ตำแหน่งส่วนประกอบหลักของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน 23
3.18 การหันสับปะรดออกเป็นชิ้นชิ้นตามแนวขวาง 25
3.19 การเตรียมสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม สำหรับใช้การทดลอง 25
3.20 ส่วนประกอบของการทำน้ำเชื่อมสำหรับแช่อิ่มสับปะรด 26
3.21 การเตรียมสับปะรดแบบแช่อิ่ม สำหรับใช้การทดลอง 27
3.22 ชิ้นสับปะรดก่อนการเอาเปลือกและแกนกลางออก 27
3.23 แสดงชิ้นสับปะรดหลังการเอาเปลือกและแกนกลางออก 28
3.24 การวัดขนาดของชิ้นสับปะรดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองก่อนทำการอบแห้ง 28
3.25 ชิ้นสับปะรดวางบนตะแกรง 29
3.26 ชั่งมวลของชิ้นสับปะรดทำการก่อนการทดลอง 29
3.27 การวางชิ้นสับปะรดเข้าวางในชั้นตู้อบแห้ง 30
3.28 Digital temperature 30
3.29 การวัดอุณหภูมิของลมร้อนที่ช่องทางออกของตู้อบแห้ง 31
3.30 ตำแหน่งเทอร์โมคับเปิ้ลภายในตู้อบแห้ง 31
3.31 ระยะห่างระหว่างชั้นภายในตู้อบแห้ง 32
3.32 สวิตช์ควบคุมตู้อบแห้ง 32
3.33 สวิตช์ควบคุมตู้อบแห้ง 33
3.34 การบันทึกค่าระหว่างการทดลอง 34
3.35 การทดสอบคุณภาพด้านสีของสับปะรด 35
3.36 ชิ้นสับปะรดหลังการอบแห้ง 36
3.37 น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังการอบแห้ง 36
3.38 การเทียบสีของสับปะรดหลังการอบแห้ง 38
4.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C 43
4.2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C 43
4.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C 44

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

5.1 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ ที่ 7 และ 8 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที..... 54
5.2 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบแช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 6 และ 7 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที..... 54
5.3 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 4 และ 5 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที..... 55
5.4 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบแช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 4 และ 5 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที..... 55
5.5 5 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที..... 56
5.6 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบแช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที..... 56

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์จากสับปะรดมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก โดยเฉพาะจังหวัดนครพนม เป็นส่วนหนึ่งในการส่งออกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียของไทย เพราะมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในเรื่องของรสชาติที่หวานฉ่ำ มีกลิ่นหอม ทั้งไม่กัดลิ้น และมีพื้นที่สภาพอากาศที่เหมาะสม เป็นพืชที่สามารถทนแล้งได้ดี ที่สำคัญนับเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์เป็นพืชเศรษฐกิจของตำบลโนนตาล อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานจากคณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร GI หรือ Geographical Indication ซึ่งสินค้า GI จะต้องมีแหล่งผลิตที่เฉพาะเจาะจง มีคุณภาพ มีชื่อเสียง แตกต่างจากสินค้าประเภทเดียวกันที่ผลิตจากพื้นที่อื่น (กลุ่มสินค้าเกษตร, 2554)

รูปที่ 1.1 ภาพสับปะรดพันธ์ปัตตาเวีย

ในช่วงสับปะรดเป็นที่ต้องการของตลาดนั้น เกษตรกรจะจำหน่ายสับปะรดได้ในราคาผลสดกิโลกรัมละ 10 ถึง 15 บาท โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้นเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่หลังจากที่ผลผลิตได้ประมาณ 2 เดือน เกษตรกรจะเร่งเก็บเกี่ยวผลผลิต เพราะสับปะรดจะเริ่มสุกงอมทำให้ราคาถูกและไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้สับปะรดมีมากเกินความต้องการของตลาด อีกทั้งผลไม้ชนิดอื่น ๆ ออกผลผลิตมากผู้บริโภคจึงมีทางเลือกมากขึ้น ส่งผลให้ราคาสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในจังหวัดนครพนมลดลงเหลือกิโลกรัมละ 3 ถึง 4 บาท ทั้งยังเกิดปัญหาการขายผลผลิตไม่ทันทำให้เกิดการเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็น และประสบปัญหาเช่นเดียวกันนี้มาทุกปี เกษตรกรจึงจำเป็นต้องนำมาสับปะรดที่ล้นตลาดมาทำการแปรรูปเพื่อลดการสูญเสียและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสับปะรด เช่น นำมาแปรรูปเป็นสับปะรดอบแห้ง การทำสับปะรดกวน การนำสับปะรดที่เน่าเสียไปผลิตน้ำหมักชีวภาพ การนำไปทำปุ๋ยหมัก หรือการนำไปทิ้งในป่าชุมชน เป็นต้น

รูปที่ 1.2 การจำหน่ายสับปะรดกวน

ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปเก็บรักษาง่าย และเก็บได้เป็นเวลานาน โดยส่วนใหญ่เกษตรกร อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนมมักนิยมนำสับปะรดมาแปรรูปเป็นสับปะรดกวน โดยการนำสับปะรดมาปอกเปลือกและทำการหั่น สับย่อยออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ หลังจากนั้น จึงทำการเทใส่หม้อ หรือกระทะ เพื่อนำไปตั้งบนเตาขนาดใหญ่ แล้วทำการเคี่ยวและผสมเครื่องปรุงตามสูตรของในแต่ละครัวเรือน ซึ่งการกวนจะใช้เวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณของสับปะรด แต่อย่างไรก็ตาม การกวนสับปะรดของ

เกษตรกร หรือกลุ่มของเกษตรกรนั้น มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานค่อนสูง เนื่องจากเกษตรกรมักใช้ถ่านไม้ หรือ แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเคี่ยวสับปะรด

รูปที่ 1.3 การแปรรูปสับปะรดของเกษตรกรในเขตอำเภอท่าอุเทน

อีกประเด็นที่สำคัญที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้บริโภค พบว่า การแปรรูปสับปะรดด้วยวิธีการกวนนั้น จะทำให้รูปร่างหน้าตาความเป็นสับปะรดหายไป เหลือเพียงรสชาติกับกลิ่น อีกทั้งมีส่วนผสมที่เป็นน้ำตาลอยู่มาก อาจไม่เป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภคที่รักษาสุขภาพ ทำให้เป็นที่นิยมของผู้บริโภคเพียงกลุ่มน้อยเท่านั้น และจากการสำรวจความความต้องการของผู้บริโภคในจังหวัดนครพนม พบว่านิยมบริโภคสับประรดสด และ สับปะรดอบแห้ง มากกว่าสับปะรดกวน

รูปที่ 1.4 การลงพื้นที่เพื่อสอบถามปัญหาของเกษตรกรที่ปลูกสับปรด ในเขตพื้นที่ อำเภอท่าอุเทน

อย่างไรก็ตาม การแปรรูปสับปะรดเพื่อใช้เป็นอาหารทั้งในรูปแบบของสับปะรดกวน และสับปะรดอบแห้งแล้ว ก็ยังมีสับปะรดอีกจำนวนมาก ที่ไม่สามารถนำไปแปรรูปดังกล่าวได้ เกษตรกรจึงต้องนำผลผลิตสับปะรดที่ไม่สามารถนำไปจำหน่าย นำไปทิ้งในพื้นที่ว่างเปล่า หรือป่าชุมชน ทำให้เกิดการเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็น ต่อประชาชนโดยทั่วไป ซึ่งประเด็นดังกล่าว ได้มีหลายหน่วยงานได้ทราบปัญหาของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอท่าอุเทน และได้พยายามเข้ามาให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เช่น สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดนครพนม และมาหาวิทยาลัยนครพนม ได้จัดทำโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำน้ำหมักชีวภาพ เพื่อให้เกษตรกรนำผลผลิตที่เหลือจากการแปรรูปและผลผลิตที่เน่าเสีย มาใช้ทำน้ำหมักชีวภาพ และนำไปบำรุงรักษาดินในพื้นที่ของเกษตรกร ต่อไป

รูปที่ 1.5 ลักษณะของสับปะรดที่เน่าเสีย

รูปที่ 1.6 การนำสับปะรดที่เน่าเสียมาผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การแปรรูปสับปะรดด้วยการอบแห้งสับปะรดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาสับปะรดล้นตลาด ราคาต่ำ และลดการเน่าเสีย และสามารถจำหน่ายสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีลักษณะและมีสีสันของสับปะรดอบแห้งจะมีสีคล้ายเป็นสีธรรมชาติ คงรูปความเป็นสับปะรด จึงเหมาะแก่ผู้บริโภคที่รักษาสุขภาพ และเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปจำหน่ายในรูปแบบต่าง ๆ ต่อไป ปัจจุบันการแปรรูปสับปะรดในครัวเรือนจะใช้วิธีการดั้งเดิม คือ ใช้โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีข้อจำกัด เช่น ความไม่สม่ำเสมอของอุณหภูมิ ไม่สามารถควบคุมความเข้มแสง และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ เป็นต้น ซึ่งการอบแห้งต้องใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 50–70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง เพื่อให้สีของสับปะรดดูน่ารับประทาน โดยในปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการอบแห้ง เช่น การอบแห้งโดยการใช้ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน เพื่อลดระยะเวลาการอบแห้งและคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ข้อเสียคือ เครื่องอบแห้งที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบันนั้นมีราคาแพงและกินกระแสไฟฟ้ามาก ทำให้ต้นทุนสูง ส่งผลให้เกษตรกรไม่นิยมนำมาใช้เพราะไม่มีต้นทุนในการซื้อเครื่องอบแห้งดังกล่าว

รูปที่ 1.7 การจำหน่ายสับปะรดในตลาดอินโดจีน จังหวัดนครพนม

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง คือ ความชื้น อุณหภูมิ ลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบ และการกระจายตัวของความร้อน เป็นต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา เรื่อง การแปรรูปสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน และเพื่อศึกษาถึงสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม สำหรับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย หาเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสม โดยพิจารณาอัตราการอบแห้งและคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ได้แก่

- การตั้งค่าอุณหภูมิของขดลวดความร้อน และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง
- ความเร็วลมที่ช่องทางออกจากเครื่องอบแห้ง
- เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง
- ความชื้นของสับปะรดหลังการอบแห้ง
- สีของสับปะรดหลังการอบแห้ง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ทดลองสภาวะการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส โดยเครื่องอบแห้งลมร้อน

1.3.2 เปรียบเทียบปริมาณความชื้นหลังการอบแห้งสับปะรดพันธ์ปัตตาเวียแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่ม

1.3.3 กำหนดปริมาณความชื้นหลังการอบต้องไม่เกิน 30 % wb (มาตราฐานเปียก)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ข้อมูลและสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

1.4.2 เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่จากการเน่าเสียของสับปะรดหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล

1.4.3 เพิ่มมูลค่าผลิตผลและเพิ่มผลกำไรของเกษตรกรจากการอบแห้งสับปะรด

1.4.4 สามารถช่วยยืดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานมากขึ้นและง่ายต่อการกักเก็บผลิตผล

1.4.5 เป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมอาชีพและช่วยเหลือเกษตรกรที่ปลูกสับปะรด

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งจากหนังสือตำราต่าง ๆ การทบทวนผลงานวิจัย การสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ เกษตรกร รวมถึงการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลและปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยจะนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. สับปะรด
2. ปัญหาการผลิตสับปะรดในพื้นที่จังหวัดนครพนม
3. ทฤษฎีการอบแห้ง
4. ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้ง
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สับปะรด

สับปะรดในพื้นที่อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม จะนิยมปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เนื่องจากพันธุ์ปัตตาเวีย มีเนื้อแน่น รสชาติหวานปานกลางถึงหวานจัดเนื้อสีเหลืองเข้ม ตาตื้น เก็บได้นาน 7-10 วันซึ่งสามารถขนส่งเพื่อจำหน่ายในพื้นที่ไกล ๆ ได้ โดยจะปลูกในดินดินร่วนปนทราย เป็นดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชไร่พืชผัก และไม้ผล ทำให้มีรสชาติหวานฉ่ำโดดเด่นกว่าพื้นที่อื่น โดยเกษตรกรจะสามารถปลูกได้ทั้งปี เนื่องจากปริมาณน้ำฝน ในเขตจังหวัดนครพนมมีปริมาณน้ำฝนกระจายตัวสม่ำเสมอประมาณ 1,800-2,000 มิลิเมตร /ปี ปริมาณน้ำเพียงพอทำให้สับปะรดมีรสชาติดีขึ้น โดยจะปลูกด้วยหน่อ หรือจุก 4,000 หน่อ/ไร่ โดยเกษตรกรจะบังคับดอก เพื่อให้ได้ผลผลิตในระยะเวลาที่ต้องการ ซึ่งในแปลงเดียวกันจะบังคับดอกพร้อมกัน การบังคับดอกส่วนใหญ่ทำครั้งเดียว 8-12 ช่วงต้นสับปะรดมีน้ำหนัก 2.5-3 กิโลกรัม หรือ 45 ใบ หรือปลูกหน่อเดือน หรือปลูกด้วยจุกอายุ 10-14 เดือน จะใช้สารเอธิฟอน 39.5% 8 มิลิลิตร ผสมปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 300 กรัม/น้ำ ลิตร หยอดช่วงเย็นหรือกลางคืน

รูปที่ 2.1 ลักษณะสับปรดในพื้นที่อำเภอท่าอุเทน

โรคแมลงและศัตรูสับปะรด ส่วนใหญ่มักจะไม่ค่อยมีปัญหา ที่มีปัญหามีบ้างเล็กน้อย คือผลแกนโรครากเน่าต้นเน่าในช่วงฤดูฝน และหนูเข้าทำลาย การเก็บเกี่ยว สับปะรดส่วนใหญ่ขายผลสด เกษตรกรชาวสวนส่วนใหญ่ จะมีความชำนาญในการเก็บเกี่ยวมาก พอถึงช่วงสับปะรดพร้อมเก็บเกี่ยว จะเดินดูตามแปลงด้วยตาเปล่า หรือใช้ไม้เคาะว่าพร้อมเก็บเกี่ยว หรือสังเกตดูว่าตาเปิด 2-3 ตาผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองประมาณ 10 % พร้อมตัด ใช้มีดตัดก้านยาวติดผลประมาณ 10 เซนติเมตร และตัดจุกพร้อมการตัดแต่งต้นสับปะรดเหนือดิน 20-30 เซนติเมตร ตัดใบให้เหลือ 10 เซนติเมตร ใช้ใบคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นในดินและกำจัดวัชพืช หักหน่ออากาศเพื่อไปใช้ขยายพันธุ์ เหลือหน่อดินไว้เป็นต้นตอ จะปลูกใหม่อีกครั้งประมาณ 3-4 ตอผลผลิตที่ได้คัดทิ้งผลแกน ถูกแดดเผา เน่าเสีย หรือจุกผิดปกติคัดแยกผลเพื่อแยกเกรด พร้อมจำหน่าย ผลผลิตเฉลี่ย 4,000 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนใหญ่จำหน่ายในแปลงโดยมีพ่อค้ารายย่อยเข้าไปซื้อในพื้นที่

2.2 ปัญหาการผลิตสับปะรดในพื้นที่จังหวัดนครพนม

2.2.1 ปัญหาการผลิตสับปะรด

1. ในพื้นที่ปลูกที่ขาดแคลนน้ำซึ่งผลผลิตออกในช่วงฤดูแล้ง รสชาติจะเปรี้ยวหรือหวานอมเปรี้ยว
2. ผลผลิตต่อไร่ต่ำเนื่องจาก
   2.1 ขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง
   2.2 ปลูกระยะห่าง จำนวนหน่อต่อไรน้อย 1,000-4,000 ต่อไร่
   2.3 ปลูกครั้งเดียว ไว้หน่อนาน 4-5 ปี
   2.4 เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดรายใหม่ขาดเทคโนโลยีการผลิต โดยเฉพาะการวางแผนกระจายผลิตให้ออกสู่ตลาดทั้งปี

3. ผลผลิตออกสู่ตลาดตามฤดูกาลมากในช่วง เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และมีผลไม้ทางภาคตะวันออกออกสู่ตลาดมากเช่นกัน ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการซื้อผลไม้หลายชนิด จึงทำให้สับปะรดราคาตกต่ำ

4. ราคาปัจจัยการผลิตสูง

5. ขาดการรวมกลุ่มอย่างเหนียวแน่นเพื่อสร้างอำนาจต่อรองทางการค้า

รูปที่ 2.2 ร้านค้าสับปรดในพื้นที่อำเภอท่าอุเทน

2.2.2 แนวทางพัฒนาสินค้าสับปะรด

2.2.2.1 จัดหาแหล่งน้ำเพื่อการผลิตสับปะรด เช่น ขุดเจาะบ่อบาดาล จัดทำคลองส่งน้ำ

2.2.2.2 ส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตสับปะรด

1) เพิ่มจำนวน หน่อพันธุ์ 5,000-6,000 หน่อต่อไร่

2) ปลูกแบบไว้หน่อ ไม่เกิน 2 ปี แล้วรื้อแปลงปลูกใหม่ เพื่อให้ผลผลิตสับปะรดมีคุณภาพดีและได้มาตรฐาน

3) ส่งเสริมให้เกษตรกรวางแผนการผลิตเพื่อกระจายผลผลิตออกสู่ตลาดทั้งปี

4) ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกและดูแลรักษาตามหลักวิชาการเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพและได้มาตรฐาน

2.2.2.3 ส่งเสริมการรวมกลุ่มอย่างจริงจังเพื่อสร้างความเข้มแข็งในการบริหารจัดการสินค้า GI สับปะรดท่าอุเทน

2.2.2.4 ส่งเสริมการแปรรูปผลผลิตสับปะรดและการบรรจุหีบห่อ

2.2.2.5 ประชาสัมพันธ์การผลิตและการตลาดสู่ AEC

2.2.3 ลักษณะหลักลักษณะภายนอกของสับปะรดท่าอุเทน (Phenotype)

2.2.3.1 ลักษณะใบ ใบของสับปะรดท่าอุเทนจะมีสีเขียวเข้ม ผิวใบด้านบนเป็นเงามัน ขอบใบค่อนข้างเรียบ อาจมีหนามที่ปลายใบ

2.2.3.2 จุก (Crowns) จุกของสับปะรดทำอุเทนมีลักษณะชี้ตรง ขนาดเล็กและสั้น ขนาดยาวประมาณ 0.3 - 0.5 เท่าของความยาวผล

2.2.3.3 ตา ขนาดตาของสับปะรดท่าอุเทน มีลักษณะตื้น

2.2.3.4 ผล ขนาดผลของสับปะรดท่าอุเทน มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ประมาณ 1 - 3 กิโลกรัม

2.2.3.5 เนื้อสับปะรดท่าอุเทนมีลักษณะเนื้อละเอียด แน่น สีเหลืองเข้ม แกนหวานกรอบสามารถรับประทานได้

2.2.3.6 เปลือก สับปะรดท่าอุเทนมีเปลือกบาง ผลสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มเหลืองอมเขียวหรือยังคงเขียวเข้ม

2.3 การอบแห้งสับปะรด

การอบแห้งสับปะรดมักใช้วิธีการอบอยู่ 2 วิธี คือ การอบด้วยการอบแห้งโดยใช้แสงแดดและการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งโดยใช้ขดลวดความร้อน โดยทั้ง 2 วิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกอต่างกัน เช่น ค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง ราคา และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง เป็นต้น

2.3.1 การอบแห้งแห้งโดยอาศัยแสงแดดโดยตรง

1. การอบแห้งแห้งโดยอาศัยแสงแดดโดยตรง ส่วนใหญ่ใช้ไอร้อนจากแสงแดดหรืออาศัยการผึ่งลม วิธีนี้นับเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่าย แต่อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวอาจไม่สามารถควบคุมคุณภาพของสับปะรดที่อบแห้งได้เนื่องจากขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ความชื้น ฝุ่นละอองที่อาจจะมาเกาะที่ชิ้นสับปะรด ทำให้ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

2.3.2 การอบแห้งด้วยตู้อบแห้ง

การอบแห้งสับปะรดด้วยตู้อบแห้งนี้ เป็นการนำสับปะรดเข้าไปตากในตู้อบแห้งโดยใช้ขดลวดความร้อนเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนและทำการติดตั้งพัดลมเพื่อเป่าลมร้อนจากขดลวดความร้อน เพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างทั่วถึงภายในตู้อบแห้ง ซึ่งในปัจจุบันได้นำเอาเทคนิคและวิธีการใหม่ ๆ มาใช้ร่วม เช่นวาณิช นิลนนท์ และสุธิดา พิทักษ์วินัย (2563) ได้ทำการศึกษาการอบแห้งสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานรังสีอาทิตย์แบบผสมโดยการพาความร้อนด้วยการบังคับ และ โศภิดา สังข์สุนทร และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับสุญญากาศในการอบแห้งสับปะรด เป็นต้น

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้ง

ชมพู่ ยิ้มโต (2550) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำมีผลต่ออัตราเร็วในกระบวนการอบแห้งได้ดังนี้

1. ความหนาแน่นของอาหารที่ต้องการอบ เช่น อาหารที่มีความหนาแน่นสูง จะต้องใช้เวลาในการอบแห้งมากกว่าอาหารที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า เช่น การอบแห้งเนื้อหมู กับการอบแห้งปลา ซึ่งจะพบว่าการอบแห้งเนื้อหมูจะใช้เวลาในการอบแห้งเนื้อปลา หากทั้ง 2 ชนิดมีน้ำหนักก่อนการอบแห้งเท่ากัน

2. ขนาดและรูปร่างอาหาร เช่น หากทำการอบแห้งอาหารชนิดเดียวกัน อาหารที่มีความหนามากกว่า จะแห้งช้ากว่าอาหารที่มีขนาดบางกว่า และถ้าหากพิจารณาจากรูปร่างก็จะพบว่าอาหารที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง จะแห้งเร็วกว่าอาหารที่มีลักษณะทรงกลม เมื่ออาหารทั้ง 2 ชนิดนั้นมีน้ำหนักเท่ากัน

3. ตำแหน่งการวางในเตาอบแห้ง เมื่อพิจารณาจากตำแหน่งของอาหารที่วางในตู้อบแห้งจะพบว่า อาหารที่อยู่ใกล้แหล่งผลิตความร้อนจะแห้งเร็วกว่า อาหารที่วางอยู่ไกลกว่า เนื่องจากส่วนที่อยู่ไกลกว่าจะถูกอาหารที่อยู่ในถาดใกล้ความร้อนบังการสัมผัสกับความร้อน

4. จำนวนหรือปริมาณของอาหารภายในตู้อบแห้ง เมื่อพิจารณาจากจำนวนหรือปริมาณของอาหารภายในเตาอบแห้งจะพบว่า หากนำอาหารใส่ในตู้อบแห้งปริมาณมาก จะพบว่าจะใช้เวลาในการอบแห้งที่นานกว่าจำนวนอาหารในการอบที่น้อยกว่า

5. ความเร็วของลมภายในตู้อบแห้ง เมื่อพิจารณาความเร็วลมในตู้อบแห้งจะพบว่า หากปรับระดับความเร็วลมให้เพิ่มสูงขึ้น จะใช้เวลาในการอบแห้งเร็วกว่าการปรับความเร็วลมที่น้อยกว่า

6. ปริมาณความชื้นในอาหาร เมื่อพิจารณาจากความชื้นในอาหารจะพบว่า อาหารที่มีความชื้นมากกว่าจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานกว่าการอบแห้งอาหารที่มีความชื้นน้อยกว่า

2.5 การประเมินสมรรถนะของการอบแห้ง

การประเมินสมรรถนะการอบแห้งนั้นแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ 1) ทางด้านประสิทธิภาพการอบแห้งและ 2) ทางด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยสามารถพิจารณาการอบแห้งได้ดังนี้

อัตราการอบแห้ง (Drying Rate, DR) จะทำการคำนวณจากปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุต่อระยะเวลาในการอบแห้ง มีหน่วยเป็น kg/h หรืออาจคำนวณจากปริมาณความชื้น มีหน่วยเป็น % db/h ดังแสดงการคำนวณได้ดังสมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4

$$DR = (m_{p,i} - m_{p,o}) / t \quad (2.3)$$

$$DR = (m_i - m_o) / t \quad (2.4)$$

อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Specific Moisture Extraction Rate, SMER) เป็นปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุต่อพลังงานที่ใช้ตลอดในการอบแห้ง มีหน่วยเป็น kg/kW-h ดังแสดงในสมการที่ 2.5

$$SMER = (m_{p,I} - m_{p,0}) / P \quad (2.5)$$

การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) เป็นส่วนกลับของ SMER กล่าวคือ เป็นพลังงานที่ใช้ต่อปริมาณน้ำที่ระเหย มีหน่วยเป็น MJ/kg แสดงความสัมพันธ์ดังสมการที่ 2.6

$$SEC = 3.6P / (m_{p,I} - m_{p,0}) \quad (2.6)$$

โดยที่ $m_{p,i}$ คือ น้ำหนักของวัสดุก่อนการอบแห้ง (kg)
$m_{p,o}$ คือ น้ำหนักของวัสดุหลังการอบแห้ง (kg)
P คือ ปริมาณพลังงานที่ใช้การอบแห้ง (kW-h)
t คือ เวลาที่ใช้การอบแห้ง (h)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วาณิช นิลนนท์ และสุธิดา พิทักษ์วินัย(2563) ได้ทำการศึกษาการอบแห้งสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานรังสีอาทิตย์แบบผสมโดยการพาความร้อนด้วยการบังคับ จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่ออกจากตัวเก็บรังสีมีค่าสูงสุดที่ 68.91 °C และอุณหภูมิสูงสุดภายในห้องอบแห้งมีค่า 62.59 °C การทดลองนี้สามารถลดปริมาณความชื้นของสับปะรดจาก 84.97 % wb ถึง 29.37% wb โดยพบว่า มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 1.9634 kW-h/kg สำหรับการวิเคราะห์พลังงานและเอกเซอร์จีในการอบแห้งพบว่ามีค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 50.39% และ 16.05% ตามลำดับ

ณัฐพล ภูมิสะอาด และคณะ (2562) ได้ศึกษาสภาวะในการอบแห้งสับปะรดภูแลด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนสำหรับใช้ปรับปรุงกระบวนการแปรรูปสับปะรดพันธุ์ภูแล ผลการศึกษาพบว่าการใช้ไมโครเวฟเป็นระยะเวลา 4 ร่วมกับการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C ในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการอบแห้ง จากนั้นลดอุณหภูมิลมร้อนลงเป็น 45 °C อบต่อเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วจึงปิดแมกนิตรอนและเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนเป็น 60 °C อบแห้งต่อจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีค่า aw น้อยกว่า 0.6 หรือ มีค่าความชื้นน้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาในการอบแห้งทั้งหมด 7 ชั่วโมง

โศภิดา สังข์สุนทร และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับสุญญากาศในการอบแห้งสับปะรด ภายใต้เงื่อนไขการใช้ไมโครเวฟที่กำลัง 800 วัตต์ และ 1,600 วัตต์ ร่วมกับสุญญากาศที่ 30 กิโลปาสคาล พบว่าภายใต้เงื่อนไขการใช้กำลังไมโครเวฟที่ 1,600 วัตต์ ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่สั้นกว่าและสามารถไล่ความชื้นได้เร็วกว่ากรณีกำลังไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ แต่อย่างไรก็ตาม การอบที่กำลังไมโครเวฟ 800 วัตต์ ให้ผลคุณลักษณะทางกายภาพที่ดีกว่าการใช้กำลังไมโครเวฟที่ 1,600 วัตต์

อัญชฌา อุประกูล และคณะ (2557) ได้ศึกษางานวิจัยในหัวข้อ “การพัฒนาโรงอบแห้งสับปะรดโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วม โดยเริ่มจากการเปลี่ยนพลาสติกโรงอบเป็นแบบโพลีคาร์บอเนตและทำการติดตั้งชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสับปะรดลดลงจากเดิม 3 วัน ลดลงเหลือเพียง 1 วัน และอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 70-80 °C นอกจากนี้กระบวนการอบแห้งสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องทั้งกลางวันและกลางคืน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อน เพื่อออกแบบการทดลองให้ทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อกระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธ์ปัตตาเวีย สำหรับแก้ปัญหาสับปะรดมีราคาตกต่ำ ยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กลุ่มตัวอย่างและประชากร

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การทดลองการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

3.1.1 ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการอบแห้งสับปะรด

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการใช้เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย รูปแบบการออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.2 กลุ่มตัวอย่างและประชากร

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการทดลองอบแห้ง คือ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย จากตำบลโนนตาล อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ที่มีอายุประมาณ 13–14 เดือน โดยเลือกผลสับปะรดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12–15 เซนติเมตร นำมาเจาะเปลือกเพื่อนำตาออกและหั่นเป็นแว่นกลมให้มีความหนาประมาณ 1.5±0.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 เซนติเมตร เจาะแกนกลางออกวางเต็มถาดประมาณถาดละ 1 กิโลกรัม โดยทำการวางทั้งหมด 6 ชั้น เพื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของความชื้นต่อระยะเวลาในการอบแห้ง 7 ชั่วโมง ซึ่งมี

เงื่อนไข ดังนี้ คือ อบแห้งที่อุณหภูมิลมร้อน 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมงสำหรับการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทดลองนั้นจะบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของมวลสับปะรด โดยนำตัวอย่างสับปะรดมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล โดยจะเก็บตัวอย่างทุกชั่วโมง ๆ ละ 3 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชื้นของสับปะรด

3.2.1 วัตถุดิบ

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ใช้สำหรับการทดลองเป็นผลิตผลที่ได้จากเก็บเกี่ยวจากตำบลโนนตาล อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม แสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยแบ่งโครงสร้างของเครื่องมือวิจัยได้ดังนี้

3.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือวัด

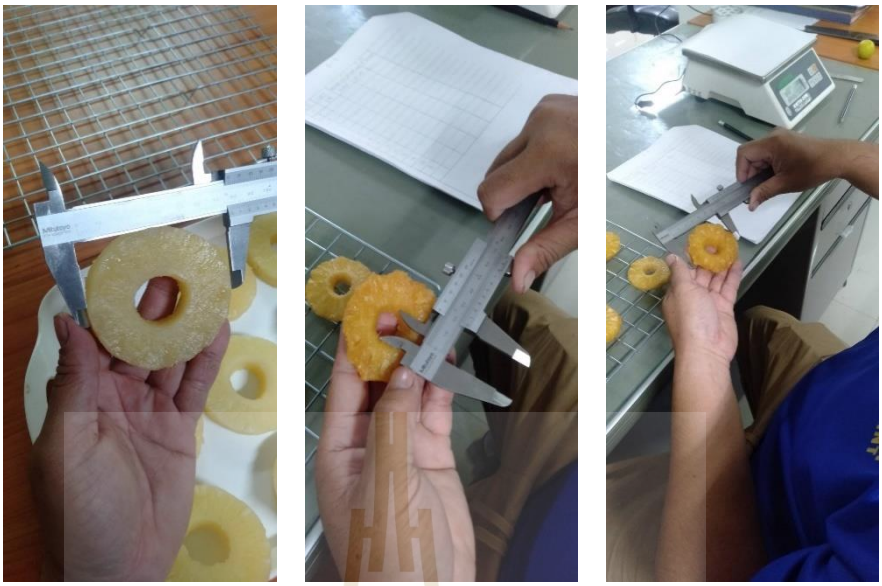
(1) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล โดยสามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 20 กิโลกรัม และค่าความละเอียด 0.001 กิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 3.2 เพื่อใช้การการชั่งน้ำหนักของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง และหลังการอบแห้ง

รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลมีค่าความละเอียดที่ 0.001 กิโลกรัม

(2) เครื่องวัดความเร็วลมแบบดิจิตอล ซึ่งมีช่วงการวัดความเร็วลมที่ 0–30 เมตรต่อวินาที อัตราการเก็บตัวอย่างที่ 0.5 วินาที และช่วงอุณหภูมิการทำงานที่ 10–200 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 3.3

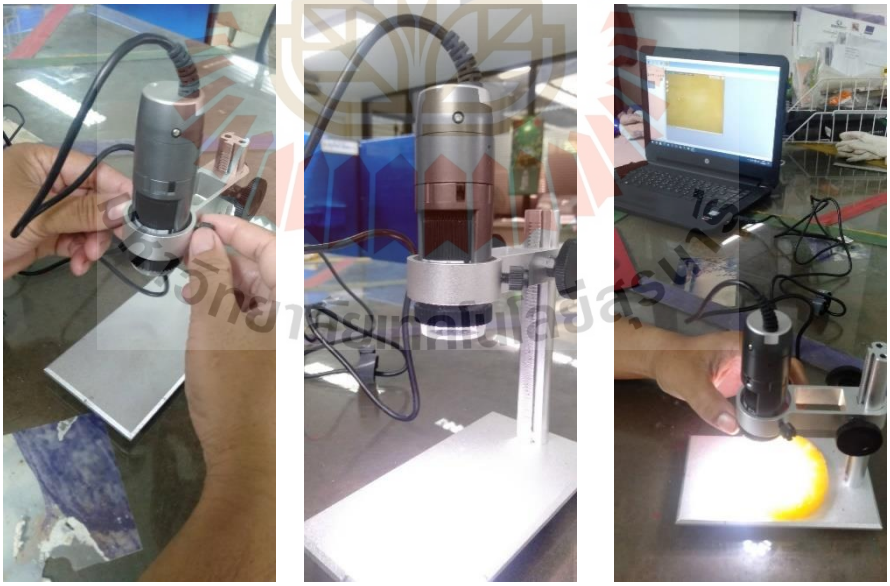
รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบดิจิตอล

(3) เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ค่าความละเอียด ± 0.02 mm เพื่อใช้ในการวัดขนาดของชิ้นสับปะรดก่อนและหลังการอบแห้ง



รูปที่ 3.4 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

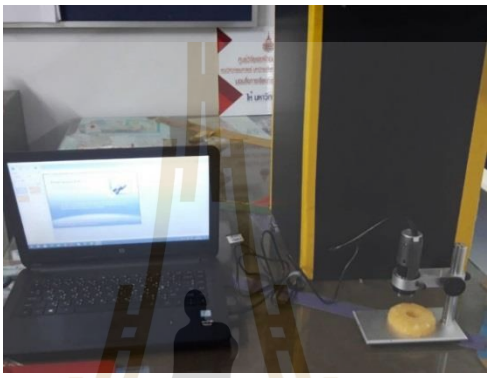
(4) กล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 3.5 กล้องจุลทรรศน์ สำหรับการวัดค่าสีของชิ้นตัวอย่างสับปะรด

จากรูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งกล้องจุลทัศน์เข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการทดสอบคุณภาพทางด้านสีของสับปะรดด้วยกล้องจุลทรรศน์ วัดค่าสีของสับปะรดของตัวแปร R*, G*, B* โดยที่ค่า R*Red (แดง) แสดงค่าความสว่างแสงสีแดง G*Green (เขียว) แสดงค่าความสว่างแสงสีเขียวและค่า B*Blue (น้ำเงิน) แสดงค่าความสว่างแสงสีน้ำเงิน โดยในส่วนของสีของแต่ละค่าตัวแปรหน่วยสีนั้นได้มีสีที่แตกต่างกันออกไป

(5) กล่องทึบแสง



รูปที่ 3.6 กล่องทึบแสง

จากรูปที่ 3.6 แสดงกล่องทึบแสง เพื่อใช้ครอบกล้องจุลทรรศน์ขณะวัดค่าสีของชิ้นสับปะรด เมื่อผ่านการอบแห้งตั้งแต่ 1-7 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ค่าที่ที่อ่านได้มีค่าความเทียงตรงมากที่สุด โดยไม่มีแสงจากภายนอกมารบกวน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(6) ถ้วยฟอยล์สำหรับหาความชื้น

รูปที่ 3.7 ถ้วยฟอยล์สำหรับหาความชื้น

(7) ตู้อบแห้งลมร้อน

รูปที่ 3.8 ตู้อบแห้งสับปะรด

3.4 วิธีดำเนินการวิจัย

3.4.1 การอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน

การอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน แสดงดังรูปที่ 3.9 โดยมีรายละเอียดของเครื่องอบแห้งดังนี้

1. ห้องอบแห้งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 47×39×73 เซนติเมตร

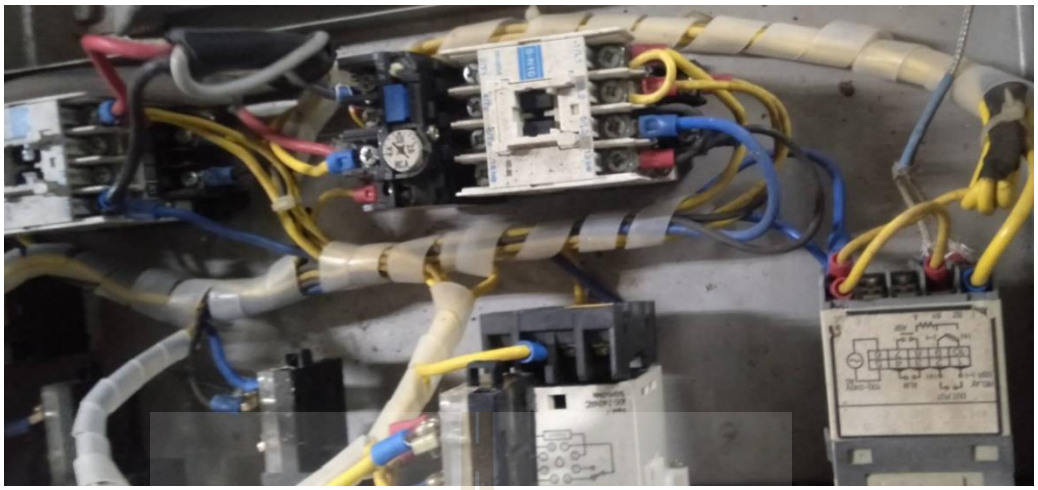
รูปที่ 3.9 เครื่องอบลมร้อน

2. ขดลวดความร้อนขนาด 1,000 วัตต์ จำนวน 2 ตัว

รูปที่ 3.10 ขดลวดความร้อนขนาด 1,000 วัตต์

จากรูปที่ 3.10 แสดงขดลวดความร้อนขนาด 1,000 วัตต์ ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านข้างของตู้อบแห้งทั้ง 2 ด้าน ควบคุมการทำงานด้วยสวิตช์ควบคุม และชุดคอลโทรลระบบไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของตู้อบแห้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.11 ชุดคอลโทรลระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้ง

3. พัดลมใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร อยู่ด้านบน ขับด้วยมอเตอร์ขนาด ¼ แรงม้า

รูปที่ 3.12 มอเตอร์สร้างความเร็วลมและช่องลมภายในด้านบนของผนังตู้อบแห้ง

4. มีชั้นวางถาดวัสดุอบแห้งจำนวน 6 ชั้น และถาดมีขนาด 45 x 39 เซนติเมตร

รูปที่ 3.13 ความยาวของตะแกรงชั้นวางสับปะรดในตู้อบ 45 เซ็นติเมตร

รูปที่ 3.14 ความกว้างของตะแกรงชั้นวางสับปะรดในตู้อบ 39 เซ็นติเมตร

รูปที่ 3.15 ระยะห่างของตะแกรงชั้นวางสับปะรดในตู้อบในแต่ละช่อง 26 x 26 มิลลิเมตร

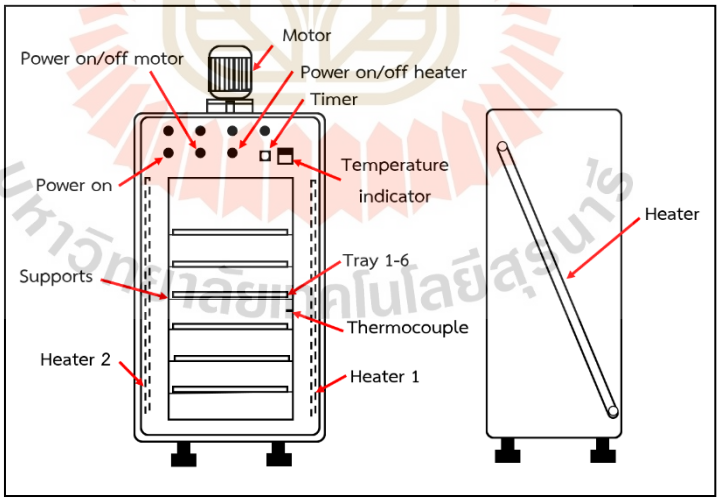
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. ตู้อบแห้งทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในตู้แบบเทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งอยู่ตรงกลางภายใน

6. วัดความเร็วลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัด

รูปที่ 3.16 อุปกรณ์วัดความเร็วลม

7. การชั่งน้ำหนักสับปะรดใช้เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลความละเอียด 0.001 กรัม



รูปที่ 3.17 ตำแหน่งส่วนประกอบหลักของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

การทำงานของเครื่องอบแห้งลมร้อนสำหรับการทดลองด้วยลมร้อนนั้นจะบังคับอากาศจากภายนอกเข้าสู่เครื่องอบแห้งด้วยพัดลม ซึ่งปรับความเร็วลมที่ทางออกของตู้อบแห้งที่ระดับต่าง ๆ

โดยปรับสามารถระดับความเร็วลมที่ช่องทางออกได้ตั้งแต่ 0 เมตรต่อวินาที (ที่ตำแหน่งปิดสุด) และ 1.7 เมตรต่อวินาที (ที่ตำแหน่งเปิดสุด) ทำให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านแท่งขดลวดความร้อนเข้าสู่ห้องอบแห้ง โดยทิศทางการไหลของอากาศจะไหลวนภายในตู้เข้าสู่ชั้นถาดอบแห้ง อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งโดยมีเทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งอยู่ตรงกลางภายในเป็นตัวเซนเซอร์อุณหภูมิเพื่อแสดงค่าอุณหภูมิสามารถอ่านค่าได้จากอุณหภูมิการวัดความเร็วลมจะใช้เครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัดวัดตำแหน่งทางออกของตู้การเก็บข้อมูลน้ำหนักทำการชั่งน้ำหนักสับปะรดอบแห้งพันธุ์ปัตตาเวียหลังการอบแห้งทุก ๆ ชั่วโมง

วิธีการดำเนินงานวิจัย

มีขั้นตอนการดำเนินการงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการอบแห้งแบบจำลองทางคณิศาสตร์ สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง และคุณภาพทางด้านสีภายหลังการอบแห้ง

1.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งด้วยลมร้อน

1.3 ศึกษาวิธีการทำวิจัยจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ

1.4 ศึกษาวิธีการแช่อิ่มสับปะรด

การเตรียมผลิตภัณฑ์การอบแห้งสับปะรดแว่นแบบไม่แช่อิ่ม (A)

นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่เก็บเกี่ยวจาก อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ที่มีการเพาะปลูกอายุประมาณ 13–14 เดือน โดยเลือกผลสับปะรดที่มีขนาด 12–15 เซนติเมตร เพราะต้นทุนต่ำแล้วนำมาหั่นเป็นแว่นกลม แล้วเจาะเปลือก นำตาออก ให้มีความหนาประมาณ 1.5 ± 0.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 เซนติเมตร แล้วนำมาวางใส่ถาดโดยไม่ซ้อนกัน สามารถวางผลิตภัณฑ์ได้ประมาณชั้นละ 800-1,000 กรัม ครั้งละประมาณ 5-6 กิโลกรัม

รูปที่ 3.18 การหันสับปะรดออกเป็นชิ้นชิ้นตามแนวขวาง

รูปที่ 3.19 การเตรียมสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม สำหรับใช้การทดลอง

การเตรียมผลิตภัณฑ์การอบแห้งสับปะรดแว่นแบบแช่อิ่ม

นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่เตรียมไว้ แล้วนำมาแช่อิ่มโดยมีวิธีดังต่อไปนี้

1. น้ำ 2 กิโลกรัม ผสมแคลเซียมคลอไรด์ 10 กรัม แล้วนำสับปะรด 1 กิโลกรัม มาแช่ 1 ชั่วโมง (เพื่อให้เนื้อสับปะรดแน่น)

2. ส่วนประกอบของน้ำเชื่อมและน้ำเปล่า 1 กิโลกรัม, น้ำตาล 1 กิโลกรัม, เกลือ 10 กรัม, กรดซิตริก 3.5 กรัม และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 2 กรัม (ต้มเป็นเวลา 10 นาที่ เพื่อให้เข้ากัน)

รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบของการทำน้ำเชื่อมสำหรับแช่อิ่มสับปะรด

3. นำสับปะรดที่แช่ในแคลเซียมคลอไรด์มาล้างน้ำเปล่า
4. น้ำสับปะรดมาต้มในน้ำเชื้อม เป็นเวลา 15 นาที (เพื่อให้เนื้อสับปะรดใส)
5. นำสับปะรดออกมาพัก ไว้ประมาณ 30 นาที่ (เพื่อให้น้ำเชื้อมเย็น)
6. แล้วแช่น้ำเชื้อม เป็นเวลา 12–15 ชั่วโมง
7. นำสับปะรดลวกในน้ำอุ่น (อุณหภูมิประมาณ 48–60 องศาเซลเซียล)

แล้วนำมาวางใส่ถาดโดยไม่ซ้อนกัน สามารถวางผลิตภัณฑ์ได้ประมาณชั้นละ 800–1,000 กรัม หรือครั้งละประมาณ 5–6 กิโลกรัม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.21 การเตรียมสับปะรดแบบแช่อิ่ม สำหรับใช้การทดลอง

2. วิธีดำเนินการทดลองอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่สภาวะการอบแห้งต่าง ๆ

2.1 นำสับปะรดผลสดมาหั่นเป็นแว่นกลม แล้วเจาะเปลือก นำตาออก ให้มีความหนาประมาณ 1.5±0.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 เซนติเมตร แล้วนำมาวางใส่ถาดโดยไม่ซ้อนกันแล้วนำมาทำการทดลองอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ ดังนี้

รูปที่ 3.22 ชิ้นสับปะรดก่อนการเอาเปลือกและแกนกลางออก

รูปที่ 3.23 แสดงชิ้นสับปะรดหลังการเอาเปลือกและแกนกลางออก

รูปที่ 3.24 การวัดขนาดของชิ้นสับปะรดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองก่อนทำการอบแห้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.25 นำชิ้นสับปะรดวางบนตะแกรง

จากรูปที่ 3.25 แสดงการวางชิ้นสับปะรดบนตะแกรง ที่มีช่องห่างระหว่างตะแกรงเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร ซึ่งจะสามารถวางสับปะรดได้จำนวน 16 ชิ้นต่อ 1 ตะแกรง

รูปที่ 3.26 ชั่งมวลของชิ้นสับปะรดทำการก่อนการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.27 การวางชิ้นสับปะรดเข้าวางในชั้นตู้อบแห้ง

จากรูปที่ 3.27 เป็นการวางชิ้นสับปะรดที่วางบนตะแกรงเข้าไปวางบนชั้นวางตะแกรงภายในตู้อบแห้งโดยตำแหน่งในการวางชิ้นสับปะรดนั้น จะต้องทำการวางในตำแหน่งที่แถวของสับปะรดนั้นตรงกันและให้มีช่องวางระหว่างแถวเช่นเดียวกัน เพื่อให้ลมร้อนสามารถกระจายภายในตู้อบแห้งอย่างทั่วถึง โดย 1 ตะแกรง สามารถวางได้ 16 ชิ้น จำนวน 6 ชั้น ซึ่งจะสามารถอบแห้งสับปะรดได้จำนวน 96 ชิ้น ต่อการอบแห้ง 1 ครั้ง

รูปที่ 3.28 Digital temperature

รูปที่ 3.29 การวัดอุณหภูมิของลมร้อนที่ช่องทางออกของตู้อบแห้ง

จากรูปที่ 3.29 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิของลมร้อนที่ออกจากภายในตู้อบแห้ง โดยปรับระดับความเร็วลมที่ช่องทางออก 1.7 เมตรต่อวินาที โดยจะทำการวัดจำนวน 3 ค่า ได้แก่ 1) เมื่อปรับอุณหภูมิของขดลวดความร้อนภายในตู้ 40 องศาเซลเซียส 1) เมื่อปรับอุณหภูมิของขดลวดความร้อนภายในตู้ 60 องศาเซลเซียส 3) เมื่อปรับอุณหภูมิของขดลวดความร้อนภายในตู้ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ต่อเข้ากับเทอร์โมคับเปิ้ล ในตำแหน่งดังแสดงในภาพ

รูปที่ 3.30 ตำแหน่งเทอร์โมคับเปิ้ลภายในตู้อบแห้ง

จากรูปที่ 3.30 แสดงตำแหน่งของเทอร์โมคับเปิ้ลที่ติดตั้งภายในตู้อบแห้ง โดยทำการติดตั้งอยู่ภายในตำแหน่งอยู่ระหว่างตะแกรงอบแห้งชั้นที่ 3 และ 4 โดยห่างจากผนังด้านบนสุดของตู้อบแห้งซึ่งทำการติดตั้งบัดลม เท่ากับ 30 เซนติเมตรและห่างจากผนังด้านขวามือเท่ากับ 10 เซ็นติเมตร

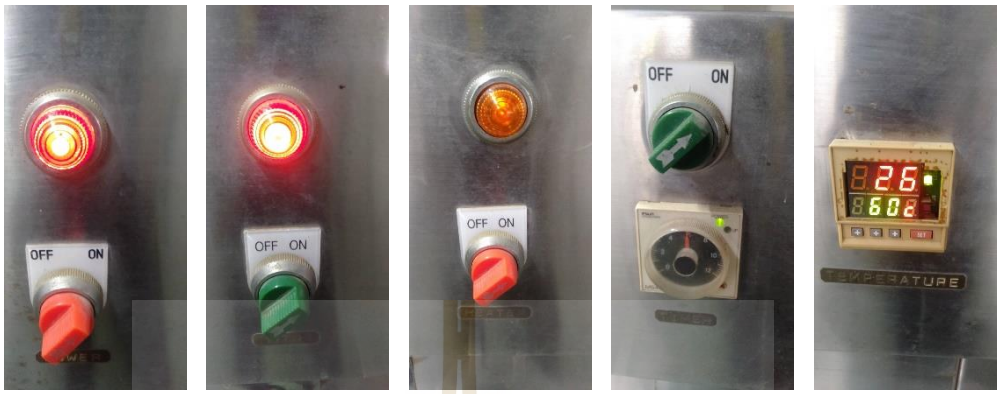
รูปที่ 3.31 ระยะห่างระหว่างชั้นภายในตู้อบแห้ง

จากรูปที่ 3.32 แสดงการวัดระยะห่างระหว่างชั้นวางตะแกรงรองรับสับปะรดอบแห้งภายในตู้อบแห้ง โดยมีระห่างระหว่าชั้น ดังนี้

1. ชั้นที่ 1 ห่างจากผนังด้านบน ซึ่งเป็นตำแหน่งติดตั้งพัดลม เท่ากับ 12 เซนติเมตร
2. ชั้นที่ 2 ห่างจากชั้นวางรตะแกรงของชั้นที่ 1 เท่ากับ 11 เซนติเมตร
3. ชั้นที่ 3 ห่างจากชั้นวางรตะแกรงของชั้นที่ 2 เท่ากับ 11 เซนติเมตร
4. ชั้นที่ 4 ห่างจากชั้นวางรตะแกรงของชั้นที่ 3 เท่ากับ 11 เซนติเมตร
5. ชั้นที่ 5 ห่างจากชั้นวางรตะแกรงของชั้นที่ 4 เท่ากับ 11 เซนติเมตร
6. ชั้นที่ 6 ห่างจากชั้นวางรตะแกรงของชั้นที่ 5 เท่ากับ 11 เซนติเมตร

5. ชั้นที่ 6 ห่างจากพื้นด้านล่างของตู้อบแห้ง เท่ากับ 5 เซนติเมตร

2.2 ก่อนทำการทดลองให้เปิดเครื่องอบแห้งเพื่อเป็นการอุ่นเครื่องประมาณ 30 นาที



(A) (B) (C) (D) (E)

รูปที่ 3.33 สวิตช์ควบคุมตู้อบแห้ง

จากรูปที่ 3.33 แสดงสวิตช์ควบคุมการทำงานของตู้อบแห้ง โดยมีการควบคุมการทำงานของตู้อบแห้งดังนี้

1. บิดสวิตช์ (A) จากตำแหน่ง OFF ไปยังตำแหน่ง ON เพื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าระบบควบคุมของอุปกรณ์ต่าง ๆ

2. บิดสวิตช์ (B) จากตำแหน่ง OFF ไปยังตำแหน่ง ON เพื่อควบคุมการทำงานของพัดลมภายในตู้อบแห้ง ให้ทำงาน (ON) หรือหยุดการทำงาน (OFF)

3. บิดสวิตช์ (C) จากตำแหน่ง OFF ไปยังตำแหน่ง ON เพื่อควบคุมการทำงานของขดลวดความร้อน(Heater) ภายในตู้อบแห้ง ให้ทำงาน (ON) หรือหยุดการทำงาน (OFF)

4. บิดสวิตช์ (D) จากตำแหน่ง OFF ไปยังตำแหน่ง ON เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมเวลาในการทำงาน (Timer) ภายในตู้อบแห้ง ให้ทำงาน (ON) หรือหยุดการทำงาน (OFF)

5. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล จะแสดงค่าที่วัดได้จากขดลวดความร้อน และจากเทอร์โมคับเปิ้ลที่อยู่ภายในตู้อบแห้ง

หลังจากเปิดสวิตช์ต่าง ๆ ของตู้อบแห้งเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเดินเครื่องตู้อบแห้งเป็นเวลา 30 นาทีก่อนเพื่อเป็นการเซตระบบต่าง ๆ ภายในตู้อบแห้งให้มีความเสถียร หลังจากนั้นจึงการอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มและอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ความเร็วลมที่ช่องทางออก 1.7 เมตร/วินาที ตามลำดับ

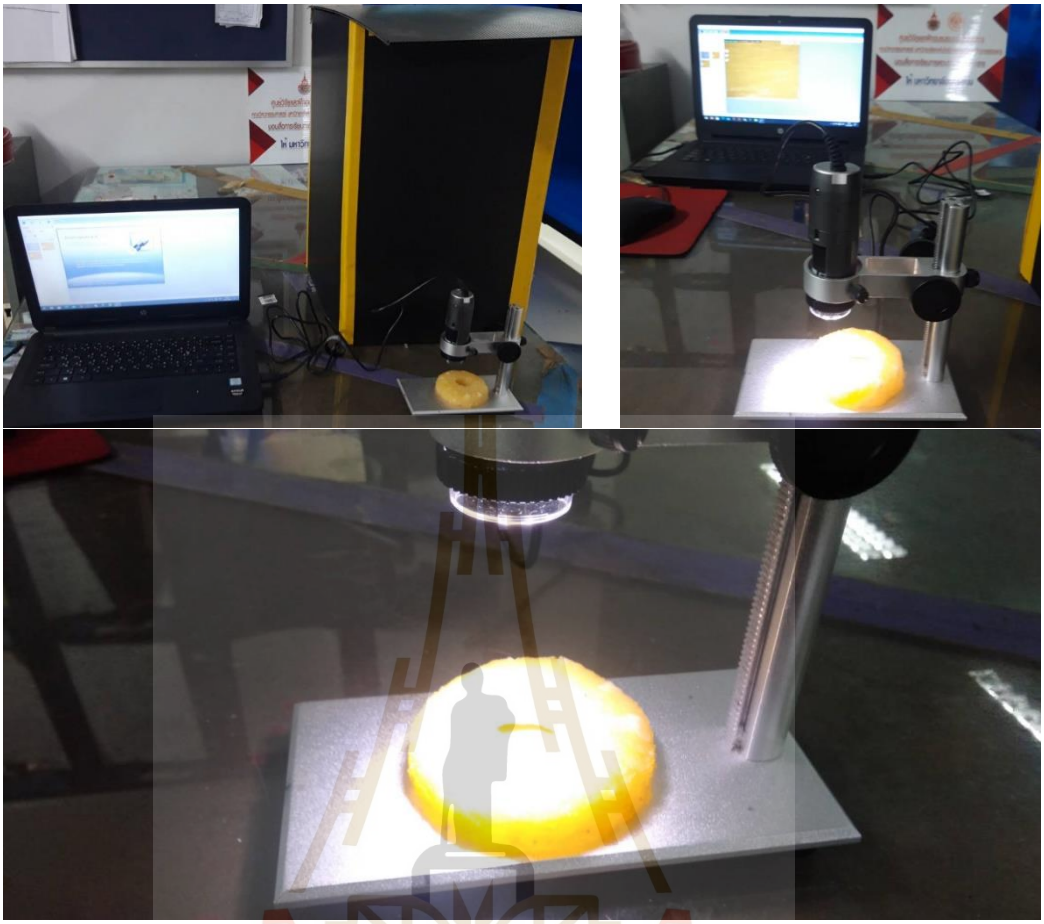
2.3 บันทึกน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในระหว่างการอบแห้งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลค่าความละเอียด ±0.001 กรัม โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง

รูปที่ 3.34 การบันทึกค่าระหว่างการทดลอง

2.4 บันทึกปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง

2.5 ทดสอบคุณภาพด้านสีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ภายหลังการอบแห้ง โดยกำหนดความชื้นสุดท้ายของทุกเงื่อนไขการทดลองความชื้นหลังการอบที่ต้องไม่เกิน 30 % wb

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.35 การทดสอบคุณภาพด้านสีของสับปะรด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.6 หาความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้าย

รูปที่ 3.36 ชิ้นสับปะรดหลังการอบแห้ง

รูปที่ 3.37 น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังการอบแห้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากรูปที่ 3.36 และ 3.37 จะพบว่า เมื่อทำการอบแห้งสับปะรดด้วยตู้อบแห้งลมร้อนผ่านไปครั้งละ 1 ชั่วโมง จะพบว่าขนาด สี และรูปร่าง และน้ำหนักของสับปะรดจะเปลี่ยนแปลงไป ดังตัวชิ้นสับปะรดอย่างที่แสดงดังในรูปภาพ

3.5.1 การวิเคราะห์เพื่อหาค่าความชื้นและอัตราส่วนความชื้น

การศึกษาวิธีการหาค่าความชื้นของการอบแห้งสับปะรดในรูปของอัตราส่วนความชื้น โดยนำข้อมูลน้ำหนักของวัสดุ (w) ที่เวลาต่าง ๆ และน้ำหนักเปียก (b) มาคำนวณหาความชื้นวัสดุ และคำนวณหาอัตราส่วนความชื้นเป็นการคำนวณค่าโดยประมาณ คือ ไม่คิดค่าความชื้นสมดุล โดยตั้งสมมติฐานว่า ความชื้นสมดุลมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความชื้นเริ่มต้นและความชื้นที่เวลาใด ๆ

3.5.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลของสับปะรด โดยใช้สมการแพร่ความชื้นตามกฎข้อที่สองของฟิกส์ (Fick's Second Law of Diffusion) เพื่อใช้ในการทำนายการเคลื่อนที่ของความชื้น โดยที่ผลเฉลยทั่วไปของสมการสำหรับการแพร่ความชื้นภายในวัสดุ ภายใต้สมติฐานที่ว่าการแพร่ของน้ำออกจากวัสดุเกิดจากเกรเดียนท์ของความเข้มข้นของความชื้น และสมมุติให้วัสดุมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ซึ่งกว้างและยาวมาก (Infinite slab) การถ่ายเทความชื้นเกิดขึ้นในทิศทางความหนาเพียงทิศทางเดียวโดยที่อุณหภูมิและสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิ์ผลมีค่าคงที่และไม่เกิดการหดตัวของวัสดุในระหว่างทำการอบแห้ง

ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิ์ผลจะใช้วิธีแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ด้วยสมการถดถอยแบบไม่เชิงเส้น โดยข้อมูลผลการทดลองระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาในการอบแห้งมาคำนวณ จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากผลการทดลองมาหาค่าพลังงานกระตุ้น

3.5.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้งและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง

ในการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้งและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการอบแห้ง (Drying Rate, DR) อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Specific Moisture Extraction Rate, SMER) และการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) สามารถแสดงวิธีการคำนวณได้ดังสมการที่ 2.3 ถึงสมการที่ 2.5

3.5.4 การวิเคราะห์คุณภาพด้านสี

การทดสอบคุณภาพทางด้านสีของสับปะรดด้วยกล้องจุลทรรศน์ วัดค่าสีของสับปะรดของตัวแปร R*, G*, B*โดยที่ค่า R*Red (แดง) แสดงค่าความสว่างแสงสีแดง G*Green (เขียว) แสดงค่าความสว่างแสงสีเขียวและค่า B*Blue (น้ำเงิน) แสดงค่าความสว่างแสงสีน้ำเงิน โดยในส่วนของสีของแต่ละค่าตัวแปรหน่วยสีนั้นได้มีสีที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีการถึงแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร

สำหรับวิธีการทดลองวัดสีของสับปะรดนั้นจะต้องสอบเทียบโปรแกรมแปลงโค้ดสีมาตรฐาน ในส่วนของการทดลองวัดสีนั้นจะนำตัวอย่างชิ้นสับปะรดแห้งออกจาก ตะแกรงอบแห้งหลังจากสิ้นสุดการทดลองอบแห้ง ซึ่งแต่ละเงื่อนไขการทดลองอบแห้งนั้นจะสุ่มตัวอย่างออกมาจากตะแกรงอบแห้งจำนวน 3 ชิ้นต่อ 1 ชั่วโมง จนครบ 7 ชั่วโมง โดยนำตัวอย่างสับปะรดแต่ละชิ้นมาวางลงบนฐานใต้กล้องแล้วล็อกตำแหน่งโดยมีแล้วครอบด้วยกล่องสีดำ อีกชั้นโดยในการวัดสีแต่ละครั้งนั้นจะทำการวัดสีชิ้นสับปะรด 3 ตำแหน่ง ต่อ 1 ชิ้นตัวอย่าง

รูปที่ 3.38 การเทียบสีของสับปะรดหลังการอบแห้ง

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลและแสดงผลการทดลองที่ได้จากการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยใช้ตู้อบแห้งลมร้อน โดยใช้ขดลวดความร้อนขนาด 2,000 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดลมร้อนแบบไหลวน ขนาด $73 \times 50 \times 114$ เซนติเมตร โดยวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน และเพื่อศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ความชื้นภายในชิ้นสับปะรด และสีของสับปะรด ภายใต้เงื่อนไขในของการทดลองคือ

1. ทดลองอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียภายใต้การควบคุมอุณหภูมิต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส โดยเครื่องอบแห้งลมร้อน จำนวน 6 ถาด

2. ทดลองการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ภายใต้การควบคุมความเร็วลมสำหรับการอบแห้งที่ 1.7 เมตรต่อวินาที

3. เปรียบเทียบปริมาณความชื้นหลังการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่ม

4. กำหนดปริมาณความชื้นหลังการอบต้องไม่เกิน 30 % wb (มาตราฐานเปียก) แล้วทำการวิเคราะห์จลนพลศาสตร์และปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียต่ออัตราส่วนความชื้นเทียบกับเวลา วิเคราะห์แบบจำลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลและหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย รวมถึงวิเคราะห์สีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียภายหลังการอบแห้งโดยแต่ละเงื่อนไขการทดลองใช้สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่มีน้ำหนักประมาณ 800 ถึง 1,000 กรัม ความชื้นเริ่มต้นโดยการหาค่าเฉลี่ย 74–89 % wb ทำการอบแห้งสับปะรดจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ (แช่อิ่ม-ไม่แช่อิ่ม) 28–33 % wb ซึ่งรายละเอียดผลการศึกษามีดังนี้

4.1 ผลการทดลองปัจจัยของอุณหภูมิที่มีผลต่อการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

4.1.1 การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากผลการทดลองการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 40 ℃, 60 ℃ และ 80 ℃ ภายใต้สำหรับการอบแห้งที่ 1.7 เมตรต่อวินาที ซึ่งแสดงผลการทดลองดังรูปที่ 4.1–4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่าง ๆ กับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสับปะรดพบว่า การอบแห้งที่อุณภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ความชื้นในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ สามารถบ่งชี้ได้จากเปอร์เซ็นต์การลดลงของความชื้นของการอบแห้งสับปะรดในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งเห็นได้ว่า การเพิ่มอุณหภูมิการอบแห้งมีแนวโน้มช่วยลดความชื้นในสับปะรดทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่ม เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้นจึงส่งผลทำให้ความชื้นในสับปะรดเกิดการระเหยได้ดีขึ้น ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม (A) และการอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม (B) พบว่า การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม (A) มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในระหว่างการอบที่ต่ำกว่าการอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม (B) อีกทั้งยังทำให้อัตราการอบแห้งมีค่าความร้อนสูงขึ้นส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลง ซึ่งการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 , 60 และ 80 องศาเซลเซียส (℃) จะใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 480, 240 และ 120 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของตู้อบแห้ง

ขดลวดความร้อน	อุณภูมิภายในตู้	อุณหภูมิช่องทางออก
40 องศาเซลเซียส	100 องศาเซลเซียส	86 องศาเซลเซียส
60 องศาเซลเซียส	120 องศาเซลเซียส	100 องศาเซลเซียส
80 องศาเซลเซียส	140 องศาเซลเซียส	120 องศาเซลเซียส

จากตารางที่ 4.1 เป็นการบันทึกค่าอุณหภูมิตำแหน่งต่าง ๆ ขณะทำการอบแห้งสับปะรด ซึ่งพบว่า

1) เมื่อทำการปรับอุณหภูมิของขดลวดความร้อนเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบจะมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส และเมื่อปรับความเร็วลมที่ช่องทางออกของตู้อบแห้งที่ระดับ 1.7 เมตร/วินาที อุณหภูมิที่ช่องทางออกจะเท่ากับ 86 องศาเซลเซียส

2) เมื่อทำการปรับอุณหภูมิของขดลวดความร้อนเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบจะมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 120 องศาเซลเซียส และเมื่อปรับความเร็วลมที่ช่องทางออกของตู้อบแห้งที่ระดับ 1.7 เมตร/วินาที อุณหภูมิที่ช่องทางออกจะเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส

3) เมื่อทำการปรับอุณหภูมิของขดลวดความร้อนเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบจะมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 140 องศาเซลเซียส และเมื่อปรับความเร็วลมที่ช่องทางออกของตู้อบแห้งที่ระดับ 1.7 เมตร/วินาที อุณหภูมิที่ช่องทางออกจะเท่ากับ 120 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.2 การวัดค่าต่าง ๆ ของชิ้นตัวอย่างก่อนการอบแห้ง

ชิ้นที่	**ความหนาของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง (มิลลิเมตร)**	**เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง (มิลลิเมตร**	
		เส้นผ่านศูนย์กลางนอก	**เส้นผ่านศูนย์กลางใน**
1	19.02	72.30	27.40
2	18.84	71.00	25.00
3	18.00	67.26	25.30
4	19.40	71.68	28.70
5	14.70	72.00	27.54
6	17.52	75.10	27.28
7	16.58	41.24	27.20
8	19.62	71.58	27.44
9	17.28	72.26	28.68
10	16.58	73.00	28.50
11	16.54	71.00	29.90
12	15.30	70.82	28.10
13	15.20	69.90	27.50
14	17.24	71.44	25.60
15	17.10	71.50	25.60
16	14.40	73.50	29.90
ค่าเฉลี่ย	17.08	69.72	27.47

จากตารางที่ 4.2 เป็นการการวัดค่าต่าง ๆ ของชิ้นสับปะรดตัวอย่างก่อนการอบแห้ง โดยเลือกชิ้นตัวอย่างจำนวน 16 ชิ้น พบว่า

1. น้ำหนักของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 1 ชิ้น เท่ากับ 57.43 กรัม

2. ความหนาของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง มีความหนาเฉลี่ย เท่ากับ 17.08 มิลลิเมตร

3. เส้นผ่านศูนย์กลางนอกของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง มีขนาดเฉลี่ยต่อชิ้นเท่ากับ 69.72 มิลลิเมตร

4. เส้นผ่านศูนย์กลางในของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง มีขนาดเฉลี่ยต่อชิ้นเท่ากับ 27.47 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.3 การวัดค่าต่าง ๆ ของชิ้นตัวอย่างหลังการอบแห้ง 4 ชั่วโมง

ชิ้นที่	**ความหนาของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง**	**เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นสับปะรดก่อนการอบแห้ง (มิลลิเมตร)**	
		ภายนอกของชิ้นตัวอย่าง	**ภายในของชิ้นตัวอย่าง**
1	9.90	61.00	21.24
2	16.08	60.88	22.20
3	12.70	58.70	19.78
4	16.50	60.00	20.20
5	10.42	57.50	16.78
6	16.18	57.62	18.96
7	11.80	60.90	19.50
8	16.30	61.50	19.82
9	15.60	62.30	21.00
10	14.00	58.30	18.40
11	11.30	59.00	16.90
12	12.50	59.60	17.10
13	14.30	55.30	18.72
14	15.30	58.10	17.40
15	14.80	56.08	15.50
16	9.50	54.72	15.42
ค่าเฉลี่ย	13.57	58.84	18.68

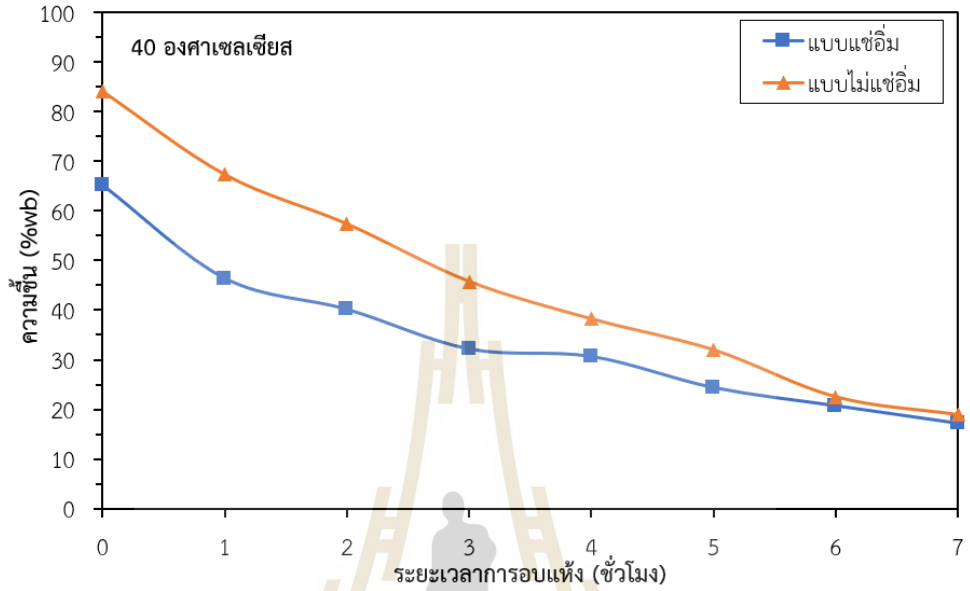
จากตารางที่ 4.3 เป็นการการวัดค่าต่าง ๆ ของชิ้นสับปะรดตัวอย่างหลังใช้เวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง โดยเลือกชิ้นตัวอย่างจำนวน 16 ชิ้น พบว่า

1. น้ำหนักของชิ้นสับปะรดหลังการอบแห้ง 4 ชั่วโมง พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 1 ชิ้น เท่ากับ 22.43 กรัม

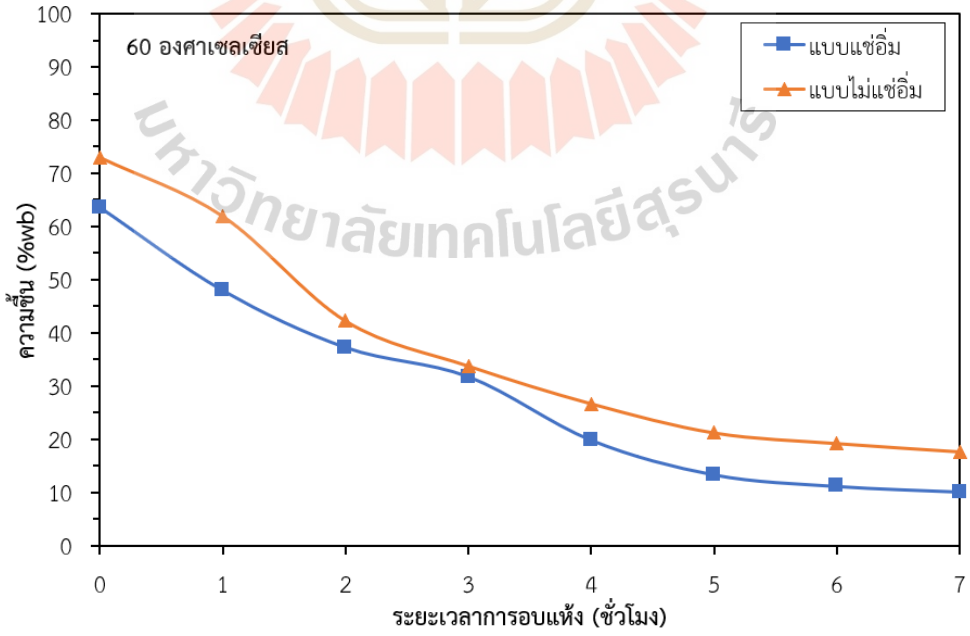
2. ความหนาของชิ้นสับปะรดหลังการอบแห้ง มีความหนาเฉลี่ย เท่ากับ 13.57 มิลลิเมตร

3. เส้นผ่านศูนย์กลางนอกของชิ้นสับปะรดหลังการอบแห้ง มีขนาดเฉลี่ยต่อชิ้นเท่ากับ 58.84 มิลลิเมตร

4. เส้นผ่านศูนย์กลางในของชิ้นสับประรดหลังการอบแห้ง มีขนาดเฉลี่ยต่อชิ้นเท่ากับ 18.68 มิลลิเมตร

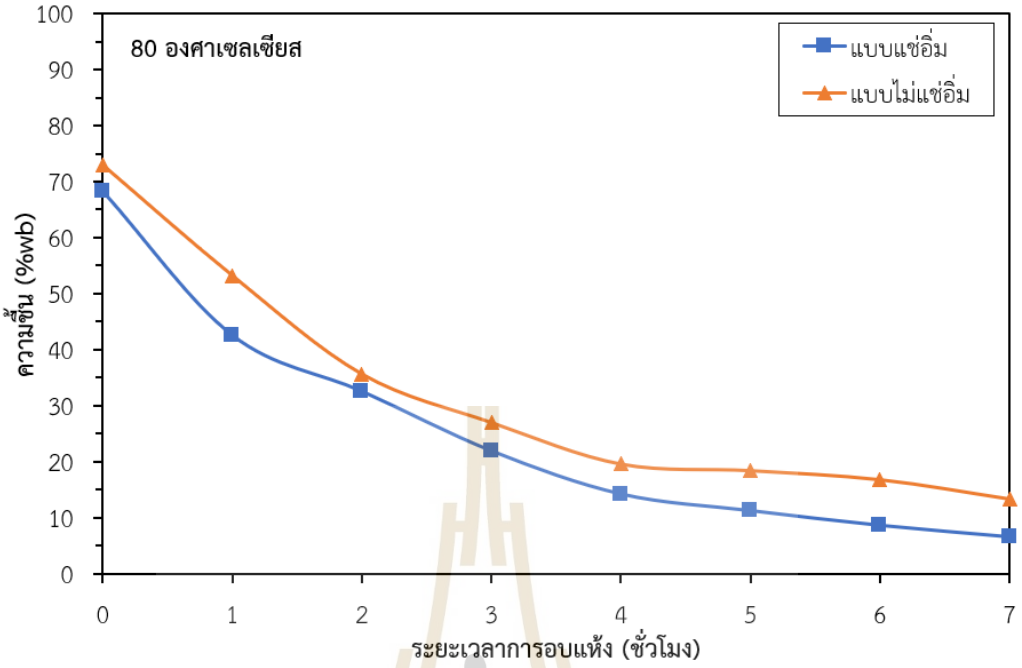


รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นการอบแห้งสับประรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C



รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นการอบแห้งสับประรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของการอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม

ระยะเวลาการอบ (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ความชื้น		
	ณ อุณหภูมิ 40 °C	ณ อุณหภูมิ 60 °C	ณ อุณหภูมิ 80 °C
ก่อนการอบแห้ง	65.10	63.59	68.32
1	46.35	47.98	42.57
2	40.1	37.28	32.56
3	32.13	31.78	**21.9**
4	30.62	**19.84**	14.19
5	**24.35**	13.34	11.22
6	20.7	11.18	8.59
7	17.17	10.13	6.53

จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.4 เป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบแช่อิ่มในระยะเวลาการอบแห้งต่าง ๆ (0–7 ชั่วโมง) ภายใต้อุณหภูมิลมร้อนที่ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ตามลำดับ และความเร็วลมในการอบแห้งที่ 1.7 เมตร

ต่อวินาที พบว่า อุณหภูมิลมร้อนที่ 80 °C เป็นช่วงอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้เวลาในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่มน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากขอบเขตความชื้นหลังการอบที่ต้องไม่เกิน 30 % wb ตามขอบเขตงานวิจัยที่สภาวะเงื่อนไขดังกล่าวนั้นใช้เวลาเพียงประมาณ 3 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นเหลือเพียง 21.90 % wb ด้วยเหตุนี้จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในด้านการประหยัดพลังงานที่สำหรับการอบแห้งสับปะรด

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของการอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม

ระยะเวลาการอบ (ชั่วโมง)	**เปอร์เซ็นต์ความชื้น**		
	ณ อุณหภูมิ 40 °C	**ณ อุณหภูมิ 60 °C**	**ณ อุณหภูมิ 80 °C**
ก่อนการอบแห้ง	84.11	73.05	72.9
1	67.32	61.97	53.19
2	57.34	42.23	35.62
3	45.73	33.75	**26.98**
4	38.18	**26.65**	19.57
5	31.91	21.17	18.41
6	**22.43**	19.17	16.79
7	18.83	17.61	13.35

จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.5 เป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่มในระยะเวลาการอบแห้งต่าง ๆ (0–7 ชั่วโมง) ภายใต้อุณหภูมิลมร้อนที่ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ตามลำดับ และความเร็วลมในการอบแห้งที่ 1.7 เมตรต่อวินาที พบว่า อุณหภูมิลมร้อนที่ 80 °C เป็นช่วงอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้เวลาในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่มน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากขอบเขตความชื้นหลังการอบที่ต้องไม่เกิน 30 % wb. ตามขอบเขตงานวิจัยที่สภาวะเงื่อนไขดังกล่าวนั้นใช้เวลาเพียงประมาณ 3 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นเหลือเพียง 26.98 % wb. ซึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกันกับการอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม ด้วยเหตุนี้จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในด้านการประหยัดพลังงานที่สำหรับการอบแห้งสับปะรด

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการกำหนดเงื่อนไขการอบแห้งสับปะรดที่เหมาะสมคือ ลักษณะทางกายภาพ (สี) ของวัตถุดิบ และการประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับถัดไปดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งลมร้อนของสับปะรดแบบแช่อิ่ม

รายการ	อุณหภูมิลมร้อนในการอบแห้ง		
	40 °C	60 °C	80 °C
น้ำหนักตัวอย่าง (g)	71.79	46.63	54.89
น้ำหนักสิ้นสุดการอบแห้ง (g)	17.55	19.71	11.92
ความชื้นเริ่มต้น (% wb)	65.1	63.59	68.32
ความชื้นสุดท้าย (% wb)	17.17	10.13	6.53
เวลาในการอบแห้ง (h)	5	4	3
ปริมาณน้ำระเหยจากวัสดุ (g)	54.24	26.92	42.97
ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	19.51	19.51	19.51
อัตราการไหลลมร้อน (g/s)	1.7	1.7	1.7
DR (g_{water}/h)	12.67	4.83	9.68
SMER (g_{water}/kWh)	45.26	11.85	15.59
SEC (MJ/g_{water})	0.096	0.37	0.505

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งลมร้อนของสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม

รายการ	อุณหภูมิลมร้อนในการอบแห้ง		
	40 °C	60 °C	80 °C
น้ำหนักตัวอย่าง (g)	86.30	86.50	85.80
น้ำหนักสิ้นสุดการอบแห้ง (g)	20.69	10.57	7.46
ความชื้นเริ่มต้น (%wb)	84.11	73.05	72.9
ความชื้นสุดท้าย (%wb)	66.07	42.71	25.54
เวลาในการอบแห้ง (h)	6	4	3
ปริมาณน้ำระเหยจากวัสดุ (g)	65.61	75.93	78.34
ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	19.51	19.51	19.51
อัตราการไหลลมร้อน (g/s)	1.7	1.7	1.7
DR (g_{water}/h)	8.05	13.8	13.7
SMER (g_{water}/kWh)	34.546	33.74	22.00
SEC (MJ/g_{water})	0.127	0.132	1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการทดลองการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนภายใต้เงื่อนไขการทดลองอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม (A) และทดลองอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม (B) ด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ณ ความเร็วลมสำหรับการอบแห้ง 1.7 เมตรต่อวินาที โดยบันทึกน้ำหนักและความชื้นเริ่มต้นและสิ้นสุดกระบวนการ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3–4.4 โดยผลการทดลองมีช่วงความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายของสับปะรดแบบแช่อิ่มอยู่ที่ 74.88-81.01 % wb และ 14.25-48.09 % wb ตามลำดับ ส่วนช่วงความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายของสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มอยู่ที่ 89.79-93.24 % wb และ 25.54-66.07 % wb ตามลำดับ นอกจากนี้พลังงานที่ใช้ตลอดการทดลองทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากับ 19.51 กิโลวัตต์

ทั้งนี้ เมื่อนำผลการทดลองไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้งและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการอบแห้ง (Drying Rate, DR) อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Specific Moisture Extraction Rate, SMER) และการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C น้ำหนักที่ระเหยไปตลอดระยะเวลาการอบแห้ง 7 ชั่วโมง การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่มมีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเท่ากับ 2.456 g/kWh และ 3.225 g/kWh ตามลำดับ รวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 1.711 MJ/g และ 1.018 MJ/g ตามลำดับ

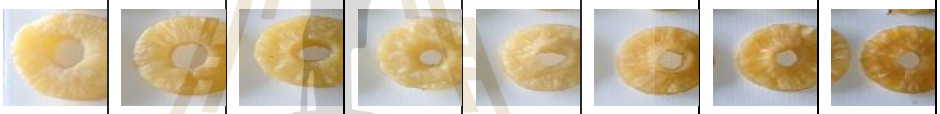
การวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C น้ำหนักที่ระเหยไปตลอดระยะเวลาการอบแห้ง 7 ชั่วโมง การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่มมีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเท่ากับ 1.428 g/kWh และ 3.346 g/kWh ตามลำดับ รวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 2.489 MJ/g และ 1.125 MJ/g ตามลำดับ

การวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C น้ำหนักที่ระเหยไปตลอดระยะเวลาการอบแห้ง 7 ชั่วโมง การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่มมีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเท่ากับ 1.946 g/kWh และ 2.890 g/kWh ตามลำดับ รวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 1.903 MJ/g และ 1.251 MJ/g ตามลำดับ

4.1.2 การเปรียบเทียบด้วยค่าสี

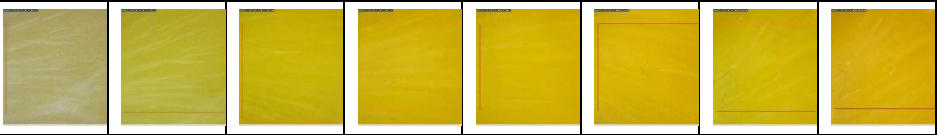
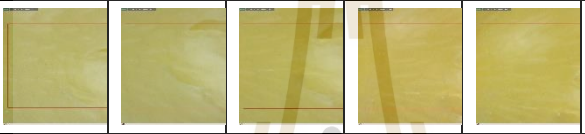
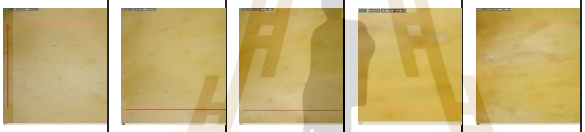
ในการประเมินคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มก่อนการทดสอบและทุก ๆ ชั่วโมงในระหว่างการทดสอบ ตลอดจนสิ้นสุดกระบวนการอบหลังการอบแห้ง รวมไปถึงนำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียไปทำการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสีจากตารางที่ 4.6 - 4.7 ซึ่งผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลสามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.8 คุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระยะเวลาการอบแห้ง 0 ถึง 7 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ประเภทวัตถุดิบ	ระยะเวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
40	A								
	B								
60	A								
	B								
80	A								
	B								

หมายเหตุ A คือ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบไม่แช่อิ่ม, B คือ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่ม

ตารางที่ 4.9 ลักษณะสีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระยะเวลาการอบแห้ง 0 ถึง 7 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ประเภทวัตถุดิบ	ระยะเวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
40	A								
	B								
60	A								
	B								
80	A								
	B								

หมายเหตุ A คือ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบไม่แช่อิ่ม, B คือ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.10 รหัสค่าสีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระยะเวลาการอบแห้ง 0 ถึง 7 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°C)	ระยะการอบแห้ง (ชั่วโมง)	ผลการวิเคราะห์ค่าสีของสับปะรด					
		สับปะรดแบบแช่อิ่ม			สับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม		
		R	G	B	R	G	B
40	0	174	166	106	179	163	91
	1	182	174	49	179	162	78
	2	181	188	4	182	152	84
	3	204	173	6	184	166	62
	4	206	177	5	184	168	40
	5	205	177	1	187	157	41
	6				191	156	39
	7						
60	0	167	163	87	178	156	95
	1	174	165	76	184	158	77
	2	175	170	95	190	161	65
	3	184	164	54	191	163	79
	4	185	170	67	196	166	47
	5						
	6						
	7						
80	0	172	171	79	184	161	65
	1	177	175	78	191	172	56
	2	181	174	69	194	166	50
	3	186	174	55	199	168	37
	4						
	5						
	6						
	7						

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากตารางที่ 4.5 แสดงคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ที่ความเร็วลมสำหรับการอบแห้ง 1.7 เมตรต่อวินาที ในระยะเวลาการอบแห้ง 0 ถึง 7 ชั่วโมง ผลจากการทดสอบพบว่า การอบแห้งสับปะรดที่อุณหภูมิ 40 °C ลักษณะทางกายภาพของสับปะรดยังคงสภาพที่ดีและสมบูรณ์ ในขณะที่การอบแห้งอุณหภูมิ 60 °C พบว่า หลังการอบแห้ง 4 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพของสับปะรดเริ่มเกิดความเสียหายในลักษณะที่มีรอยไหม้บริเวณขอบของตัวอย่าง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการอบแห้งมากขึ้น ในทำนองเดียวกันกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เมื่อทำการอบแห้งเกิน 3 ชั่วโมง จะเห็นได้ชัดว่า เกิดรอยไหม้บริเวณขอบของตัวอย่างและมีแนวโน้มที่เกิดการไหม้มากขึ้นเมื่อมีการอบแห้งที่นานขึ้น และถือได้ว่าตัวอย่างดังกล่าวนั้นเป็นตัวอย่างที่มีความเสียหายไม่เหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในการบริโภค นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสับปะรดทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มจะเห็นได้ว่า สับปะรดแบบแช่อิ่มจะเกิดความเสียหายมากกว่าสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม

จากตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสีและค่าสีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระยะเวลาการอบแห้ง 0 ถึง 7 ชั่วโมง สำหรับการศึกษาที่ค่าความเร็วลมร้อนในการอบแห้งที่ 1.7 เมตร/วินาที โดยการนำไปส่องกล้องจุลทัศน์และประเมินด้วยค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (RGB) ตามมาตรฐานค่าสี ซึ่งในแต่ละเงื่อนไขได้ทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์จำนวน 3 ตัวอย่าง ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ค่าค่าสีแดง (R) และสีเขียว (G) มีสัดส่วนที่สูงกว่าค่าสีน้ำเงิน (B) ในทุกอุณหภูมิที่ทำการทดสอบ อีกทั้งยังพบว่าค่าสีแดงนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการอบแห้งที่นานขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างสับปะรดพันธุ์ทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มที่แสดงในตารางที่ 4.5

ซึ่งจากผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้นบ่งชี้ให้เห็นว่า การอบแห้งที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้เงื่อนไขความเร็วลมร้อนในการอบแห้งที่ 1.7 เมตร/วินาที นั้นเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งทั้งแบบแช่อิ่ม และไม่แช่อิ่ม คือ อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลาการอบแห้งเวลา 4 ชั่วโมง โดยสีและเนื้อสัมผัสของสับปะรดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากประเด็นปัญหาหลักของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในเขตพื้นที่อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม คือ สับปะรดล้นตลาดและราคาจำหน่ายสับปะรดในเขตพื้นที่จังหวัดนครพนมลดลงจากราคาผลสับปะรดดิบราคา 10-15 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงต้นฤดูการของการเก็บเกี่ยว เหลือเพียงราคา 3-4 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในครั้งแรก ภายในระยะเวลาเพียง 2 เดือน ที่เกษตรกรจะเร่งเก็บเกี่ยวผลผลิต เพราะมิเช่นนั้น จะทำให้ผลสับปะรดเน่าเสียและจำหน่ายไม่ได้ เกษตรกรจึงหาทางวิธีแปรรูปสับปะรดด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การผลิตสับปะรดกวน การผลิตสับปะรดอบแห้ง หรือ การนำไปทำน้ำหมักชีวภาพ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับตนเอง เป็นต้น โดยเฉพาะการการนำสับปะรดไปอบแห้ง ก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในอำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม นิยมใช้ในการแปรรูปสับปะรด โดยในปัจจุบันการแปรรูปสับปะรดในครัวเรือน จะใช้วิธีการดั้งเดิม คือ ใช้โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีข้อจำกัด เช่น ความไม่สม่ำเสมอของอุณหภูมิ ไม่สามารถควบคุมความเข้มแสง และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ เป็นต้น ซึ่งการอบแห้งต้องใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 50–70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง เพื่อให้สีของสับปะรดดูน่ารับประทาน จากประเด็นปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการแปรรูปสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน และเพื่อศึกษาถึงสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม สำหรับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย หาเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสม โดยพิจารณาอัตราการอบแห้งและคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เพื่อหวังว่าจะเป็นข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยในบทนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอบทสรุปและข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากผลการทดลองการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบแช่อิ่ม และแบบไม่แช่อิ่มด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิต่างแตกต่างกัน โดยใช้เวลาในการทดลอง 7 ชั่วโมง พบว่า

จากผลการทดลองการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบแช่อิ่มในระยะเวลาการอบแห้งต่าง ๆ (0–7 ชั่วโมง) ภายใต้อุณหภูมิลมร้อนที่ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ตามลำดับ และความเร็วลมในการอบแห้งที่ 1.7 เมตรต่อวินาที พบว่า อุณหภูมิลมร้อนที่ 80 °C เป็นช่วงอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้เวลาในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่มน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากขอบเขตความชื้นหลังการอบที่ต้อง ไม่เกิน 30 % wb ตามขอบเขตงานวิจัยที่สภาวะเงื่อนไขดังกล่าวนั้นใช้เวลาเพียงประมาณ 3 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นเหลือเพียง 21.90 % wb ด้วยเหตุนี้จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในด้านการประหยัดพลังงานที่สำหรับการอบแห้งสับปะรด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

- ระดับความเร็วลมที่เหมาะสมเท่ากับ 1.7 เมตรต่อวินาที
- อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาในการิบแห้งเท่ากับ 4 ชั่วโมง

จากผลการทดลองการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของ การอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่มในระยะเวลาการอบแห้งต่าง ๆ (0–7 ชั่วโมง) ภายใต้อุณหภูมิลมร้อนที่ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ตามลำดับ และความเร็วลมในการอบแห้งที่ 1.7 เมตรต่อวินาที พบว่า อุณหภูมิลมร้อนที่ 80 °C เป็นช่วงอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้เวลาในการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบไม่แช่อิ่มน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากขอบเขตความชื้นหลังการอบที่ต้องไม่เกิน 30 % wb. ตามขอบเขตงานวิจัยที่สภาวะเงื่อนไขดังกล่าวนั้นใช้เวลาเพียงประมาณ 3 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นเหลือเพียง 26.98 % wb. ซึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกันกับการอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม ด้วยเหตุนี้จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในด้านการประหยัดพลังงานที่สำหรับการอบแห้งสับปะรด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม คือ

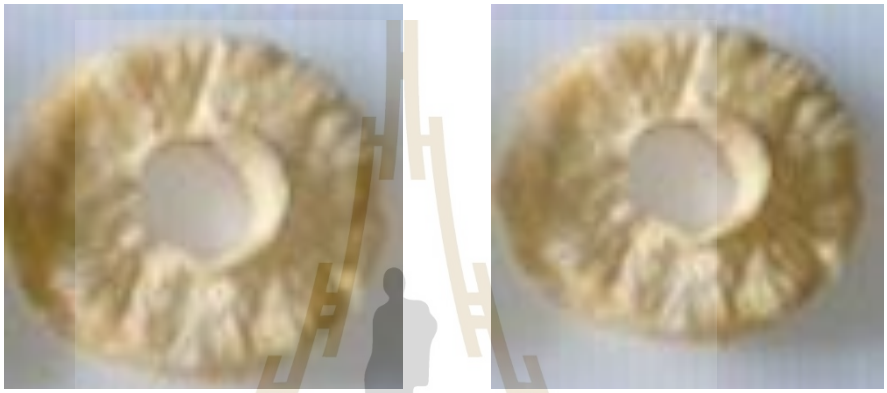
- ระดับความเร็วลมที่ช่องทางออกของตู้อบแห้งเท่ากับ 1.7 เมตรต่อวินาที
- อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสม คือ 4 ชั่วโมง

5.1.2 การเปรียบเทียบด้วยค่าสี

ในการประเมินคุณภาพและลักษณะทางกายภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มก่อนการทดสอบและทุก ๆ ชั่วโมงในระหว่างการทดสอบ ตลอดจนสิ้นสุดกระบวนการอบหลังการอบแห้ง รวมไปถึงนำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียไปทำการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลสามารถแสดงได้ดังนี้

1. ผลจากการทดสอบพบว่า การอบแห้งสับปะรดที่อุณหภูมิ 40 °C ลักษณะทางกายภาพของสับปะรดยังคงสภาพที่ดีและสมบูรณ์ ในขณะที่การอบแห้งอุณหภูมิ 60 °C พบว่า หลังการอบแห้ง 4 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพของสับปะรดเริ่มเกิดความเสียหายในลักษณะที่มีรอยไหม้

บริเวณขอบของตัวอย่าง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการอบแห้งมากขึ้น ในทำนองเดียวกันกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เมื่อทำการอบแห้งเกิน 3 ชั่วโมง จะเห็นได้ชัดว่า เกิดรอยไหม้บริเวณขอบของตัวอย่างและมีแนวโน้มที่เกิดการไหม้มากขึ้นเมื่อมีการอบแห้งที่นานขึ้น และถือได้ว่าตัวอย่างดังกล่าวนั้นเป็นตัวอย่างที่มีความเสียหายไม่เหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในการบริโภค นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสับปะรดทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มจะเห็นได้ว่า สับปะรดแบบแช่อิ่มจะเกิดความเสียหายมากกว่าสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม

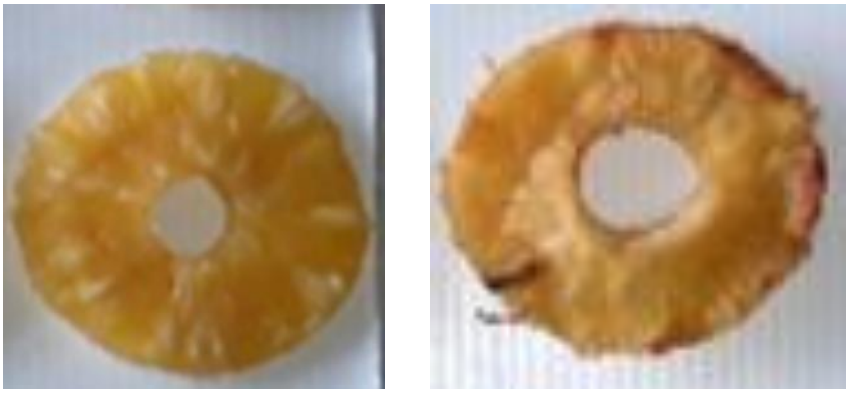


(ก) อบแห้ง 6 ชั่วโมง (ข) อบแห้ง 7 ชั่วโมง

รูปที่ 5.1 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ ที่ 7 และ 8 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที

รูปที่ 5.2 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบแช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 6 และ 7 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 5.3 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 4 และ 5 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที

รูปที่ 5.4 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบแช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 4 และ 5 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 5.5 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที

รูปที่ 5.6 แสดงการลักษณะของชิ้นสับปะรดแบบแช่อิ่มจากกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอบแห้งที่ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง ที่อุณหูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาที

2. การวิเคราะห์ลักษณะสีและค่าสีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระยะเวลาการอบแห้ง 0 ถึง 7 ชั่วโมง สำหรับการศึกษาที่ค่าความเร็วลมร้อนในการอบแห้งที่ 1.7 เมตร/วินาที โดยการนำไปส่องกล้องจุลทัศน์และประเมินด้วยค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (RGB) ตามมาตรฐานค่าสี ซึ่งในแต่ละเงื่อนไขได้ทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์จำนวน 3 ตัวอย่าง ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ค่าค่าสีแดง (R) และสีเขียว (G) มีสัดส่วนที่สูงกว่าค่าสีน้ำเงิน (B) ในทุกอุณหภูมิที่ทำการทดสอบ อีกทั้งยังพบว่า ค่าสีแดงนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการอบแห้งที่นานขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างสับปะรดพันธุ์ทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มที่แสดง

ซึ่งจากผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นบ่งชี้ให้เห็นว่า การอบแห้งที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งแบบแช่อิ่มและไม่แช่อิ่มภายใต้เงื่อนไขความเร็วลมร้อนในการอบแห้งที่ 1.7 เมตร/วินาที นั้นเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งทั้งแบบแช่อิ่ม และไม่แช่อิ่ม คือ อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลาการอบแห้งเวลา 4 ชั่วโมง โดยสีและเนื้อสัมผัสของสับปะรดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5.2 การอภิปรายผล

จากการทดลองการอบแห้งสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อน ภายใต้เงื่อนไขการทดลองอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่ม และทดลองอบแห้งสับปะรดแบบไม่แช่อิ่ม ด้วยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C, 60 °C และ 80 °C ณ ความเร็วลมสำหรับการอบแห้ง 1.7 เมตรต่อวินาที โดยบันทึกน้ำหนักและความชื้นเริ่มต้นและสิ้นสุดกระบวนการ โดยผลการทดลองมีช่วงความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายของสับปะรดแบบแช่อิ่มอยู่ที่ 74.88-81.01 % wb และ 14.25-48.09 % wb ตามลำดับ ส่วนช่วงความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายของสับปะรดแบบไม่แช่อิ่มอยู่ที่ 89.79-93.24 % wb และ 25.54-66.07 % wb ตามลำดับ นอกจากนี้ พลังงานที่ใช้ตลอดการทดลองทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากับ 19.51 กิโลวัตต์

ทั้งนี้ เมื่อนำผลการทดลองไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้งและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการอบแห้ง (Drying Rate, DR) อัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Specific Moisture Extraction Rate, SMER) และการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C น้ำหนักที่ระเหยไปตลอดระยะเวลาการอบแห้ง 7 ชั่วโมง การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่มมีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเท่ากับ 2.456 kg/kWh และ 3.225 kg/kWh ตามลำดับ รวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 1.711 MJ/kg และ 1.018 MJ/kg ตามลำดับ

การวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C น้ำหนักที่ระเหยไปตลอดระยะเวลาการอบแห้ง 7 ชั่วโมง การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่มมีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเท่ากับ 1.428 kg/kWh และ 3.346 kg/kWh ตามลำดับ รวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 2.489 MJ/kg และ 1.125 MJ/kg ตามลำดับ

การวิเคราะห์วิเคราะห์ประสิทธิภาพและการใช้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยเงื่อนไขการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C น้ำหนักที่ระเหยไปตลอดระยะเวลาการอบแห้ง 7 ชั่วโมง การอบแห้งสับปะรดแบบแช่อิ่มและแบบไม่แช่อิ่มมีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเท่ากับ 1.946 kg/kWh

และ 2.890 kg/kWh ตามลำดับ รวมถึงการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 1.903 MJ/kg และ 1.251 MJ/kg ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การอบแห้งสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนสามารถนำไปอบแหงกับสับปะรดพันธุ์อื่น ๆ ได้ เพื่อเปรียบเทียบสภาวะที่เหมาะสมสำหรับสับปะรดพันธุ์ต่าง ๆ

5.2.2 การควบคุมความร้อนภายในตู้อบ อาจไม่จำเป็นต้องเปิด Heater ตลอดระยะเวลาของการอบแห้ง ควรออกแบบและปรับปรุงให้ Heater ตัดการทำงานเป็นช่วง ๆ เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

5.2.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนผสมผสานกับการอบแห้งด้วยแหล่งกำเนินพลังงานชนิดอื่น เช่น การอบแห้งโดยใช้ Heater ทำงานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น เพื่อช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

ชมพู่ ยิ้มโต (2550) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำมีผลต่ออัตราเร็วในกระบวนการอบแห้ง

วาณิช นิลนนท์ และสุธิดา พิทักษ์วินัย(2563) ได้ทำการศึกษาการอบแห้งสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานรังสีอาทิตย์แบบผสมโดยการพาความร้อนด้วยการบังคับ

ณัฐพล ภูมิสะอาด, ละมุล วิเศษ, พันธ์สิริ สุทธิลักษณ์ และสุทธิวัลย์ สีทา. (2562). สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งสับปะรดภูแลด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนต้นแบบ. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33. หน้า 1-7.

โศภิดา สังข์สุนทร, ดนุสรณ์ ชาติเชยแดง, วัชรพงศ์ บุญครอง และสมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย. (2559). ผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมกับสุญญากาศในการอบแห้งสับปะรด (กรณีศึกษา : กำลังไมโครเวฟ). วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, ปีที่ 14, ฉบับที่ 1, หน้า 159-170.

อัญชฌา อุประกูล, จรัญ คนแรง, วิลาสินี ศรีสุวรรณ และไพโรจน์ ด้วงนคร. (2557). การพัฒนาโรงอบแห้งสับปะรดโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วม. การประชุมวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1. หน้า 545-548.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายบุญโชค พ่อตาแสง เกิดเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2525 ณ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนเทศบาล๑ หนองแสง จังหวัดนครพนม ระดับมัธยมศึกษา ที่โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จากวิทยาลัยเทคนิคนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ในปีการศึกษา 2547 สาขาวิชาช่างยนต์ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ในปีการศึกษา 2550 หลังจากสำเร็จการศึกษา ได้ทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีพุทธศักราช 2563 ในขณะศึกษาอยู่ได้ทำงานอยู่ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ในตำแหน่งอาจารย์สอนประจำสาขาวิชาช่างยนต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี