P-CT15

โครงงาน: สิ่งประดิษฐ์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ

A new invention of Low-Cost Direct Passive Solar Dryer

พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี 76120

E-mail: phisit@su.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ (Invention) สำหรับใช้ในการถนอมอาหารหรือแปรรูปอาหาร ประเภทเนื้อสัตว์ ผักและผลไม้โดยทำให้แห้งนอกจากนี้ยังสามารถใช้อบแห้งสมุนไพรต่างๆได้ด้วย ในการอบแห้งของเครื่องอบแห้งฯใช้หลักการไหลเวียนอากาศร้อน เพื่อระบายความชื้นโดยวิธีธรรมชาติ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านเครื่องอบแห้งฯ พื้นวัสดุสีดำภายในเครื่องอบแห้งฯจะดูดกลืนความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์เก็บสะสมไว้ เมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งฯสูงขึ้น ประมาณ 45-60 องศาเซลเซียส อากาศร้อนในเครื่องอบแห้งฯจะถ่ายเทความชื้นที่มีอยู่ในอาหารหรือสมุนไพรให้ระเหยออกมา ลอยตัวสูงขึ้นออกไปทางช่องลมด้านบนของเครื่องอบแห้งฯ อากาศเย็นที่อยู่ภายนอกจะไหลเข้าทางช่องลมที่อยู่ส่วนล่างทางด้านหน้าของเครื่องอบแห้งฯแทนที่อากาศร้อน เป็นการถ่ายเทความชื้นภายในอาหารสู่ภายนอกเครื่องอบแห้งฯ ในการออกแบบเครื่องอบแห้งฯดังกล่าว เครื่องอบแห้งฯดังกล่าวนั้นออกแบบให้ใช้งานและบำรุงรักษาได้โดยง่าย มีพื้นที่ฐานในการอบแห้ง 45 x 57 เซนติเมตร ตัวเครื่องอบแห้งฯมีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบาและเคลื่อนย้ายสะดวกตลอดจนต้นทุนในการสร้างเครื่องอบแห้งฯต่ำ เครื่องอบแห้งฯดังกล่าวจะทำให้การถนอมอาหารและสมุนไพรถูกสุขลักษณะ สามารถลดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง และแมลงรบกวน ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, แปรรูปอาหาร, อบแห้งสมุนไพร

1. บทนำ

ปัญหาด้านอาหารที่พบมากที่สุดในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่มาจากการที่ไม่สามารถเก็บรักษาผลผลิตอาหารในที่นี้หมายถึงผลผลิตทางการเกษตรที่มีมากจนล้นตลาดในระดับภูมิภาค ซึ่งผลผลิตทางการเกษตรโดยปกติแล้วนั้นเป็นที่ต้องการในการบริโภค แต่ความต้องการในการบริโภคนั้นมีจำกัด จึงทำให้เกิดของเสียจากผลผลิตทางการเกษตรที่ล้นตลาดจำนวนมากในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต วิธีการอบแห้งนั้นเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรหรือแปรรูป เพื่อเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรได้ยาวนานขึ้น ซึ่งพบว่าเทคนิคการอบแห้งนั้นนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากสำหรับผลผลิตทางการเกษตรประเภทพืชเมืองร้อน

การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยวิธีการแบบดั้งเดิมนั้นรู้จักกันในนาม การตากแห้ง(Sun drying) เป็นวิธีการอย่างง่ายโดยการวางผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรลงบน เสื่อ หลังคาหรือพื้นสำหรับการตากแห้ง ซึ่งปัญหาหลักของวิธีการดังกล่าวคือการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากฝุ่นละออง นก หนูและแมลง ซึ่งบางส่วนของผลิตภัณฑ์นั้นจะมีเปอร์เซ็นต์การเสียหายและสูญหายเกิดขึ้น นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวนั้นยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ เพราะการอบแห้งโดยวิธีการตากแห้งนั้นจำเป็นต้องใช้พลังงานแสงอาทิตย์และลม ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ทั้งนี้การอบแห้งโดยการตากแห้งใช้ต้นทุนต่ำในการลงทุน วิธีการอบแห้งดังกล่าวเป็นที่นิยมใช้กันและประสบความสำเร็จสำหรับผลผลิตทางการเกษตรในประเทศกำลังพัฒนา

วิธีการที่เป็นทางเลือกที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคนอกเหนือจากวิธีการตากแห้ง(Open sun drying) นั่นคือเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar dryer) วิธีการดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงกว่านอกจากนี้ผลผลิตทางการเกษตรที่อบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพสูงกว่า แต่มีต้นทุนในเบื้องต้น ถ้าเงื่อนไขที่สำคัญในการอบแห้งคือสภาพภูมิอากาศและแหล่งอาหาร นั้นถือว่าเป็นวิธีการที่น่าสนใจเพราะเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้อาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งสะอาดและมีคุณภาพ

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ คือเครื่องมือที่ใช้ในการถนอมอาหารที่ลดความชื้นออกจากวัตถุดับสามารถป้องกันความเสียหายจาก นก แมลงและฝนได้บางส่วน อาหารที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวใช้พลังงานความร้อนนั้นจะมีความชื้นต่ำ สะอาดถูกหลักสุขลักษณะ โดยพื้นฐานเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นั้นสามารถจำแนกออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1) เครื่องอบแห้งแบบโดยตรง (Direct solar dryer) วัตถุดิบที่ใช้อบแห้งจะอยู่ภายในวัสดุโปร่งใส เช่น แก้ว หรือพลาสติก พลังงานความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์จะทำให้วัตถุดิบแห้งและภายในเครื่องอบแห้งจะเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (green house effect) ภายในเครื่องอบแห้งจะมีสีดำเพื่อดูดซับรังสีดวงอาทิตย์เพื่อให้เกิดความร้อนสะสมมากที่สุด

2) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect solar dryer) สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์รังสีดวงอาทิตย์ไม่ได้ส่งผ่านความร้อนกับวัตถุดิบโดยตรงแต่ จะมีอุปกรณ์สะสมความร้อนหรือแผงรับรังสีดวงอาทิตย์และถ่ายเทอากาศไปยังห้องอบแห้ง

3) เครื่องอบแห้งแบบผสม (Mix Mode type) สำหรับเครื่องอบแห้งแบบผสมเป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงไปยังวัตถุดิบร่วมกับอากาศร้อนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ห้องอบแห้งจะทำด้วยวัสดุโปร่งใส

4) เครื่องอบแห้งระบบ Hybrid (Hybrid solar dryer) สำหรับเครื่องอบแห้งแบบ Hybrid ถึงแม้ว่าจะใช้รังสีดวงอาทิตย์ในการทำให้ผลผลิตหรือวัตถุดิบแห้ง แต่ก็มีการนำเทคโนโลยีอื่นๆมาใช้ในการให้เกิดการไหลเวียนของอากาศในเครื่องอบ เช่น การใช้พัดลมซึ่งอาศัยไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ (solar cell) [1]

ในปัจจุบันที่ประเทศไทยเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหาร ตลอดจนสมุนไพรต่างๆ ถ้ามีการนำเทคโนโลยีการอบแห้งมาใช้ในการถนอมอาหาร แปรรูปอาหาร ตลอดจนวัตถุดิบต่างๆ เป็นวิธีการที่ทำให้อาหาร หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งสะอาด ถูกสุขลักษณะ มีความชื้นตามมาตรฐานที่เหมาะสมในการเก็บรักษาจึงเป็นที่มาของโครงงาน: สิ่งประดิษฐ์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ ซึ่งสามารถสร้างขึ้นมาโดยง่ายอีกทั้งยังง่ายต่อการบำรุงรักษา

2. วิธีการวิจัย

2.1กระบวนการอบแห้ง

กระบวนการในการทำให้แห้ง(Dehydration) ประกอบด้วยการนำเอาความชื้นออกจากวัตถุดิบโดยอาศัยความร้อน โดยควบคุมการไหลเวียนของอากาศ ปริมาณน้ำในวัตถุดิบ อาหารและสมุนไพรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5-25 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ การอบแห้งที่ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับ

1) ความร้อนที่เพียงพอในการทำให้ความชื้นหรือน้ำระหายออกจากวัตถุดิบ

2) อากาศที่แห้ง (Dry air) พอที่จะดูดซับความชื้นที่ปล่อยออกมาจากวัตถุดิบและ

3) การหมุนเวียนของอากาศในห้องอบ

สำหรับวัตถุดิบประเภทอาหารเมื่ออาหารที่ผ่านการอบแห้งนั้นแห้งสนิท ซึ่งวัตถุประสงค์ในการอบแห้งที่ต้องการนำความชื้นออกจากอาหารอย่างรวดเร็วเท่าที่อุณหภูมิไม่มีผลต่อ รสชาติ(Flavor) เนื้อสัมผัส (texture) และสี (color) ของอาหาร [1]

2.2 วัสดุและอุปกรณ์

อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ ประกอบไปด้วย แผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ชนิดใส แผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) สีดำ ปากกา คัตเตอร์ ปืนยิงกาว กาวแท่ง ซิลิโคนซีลแลนท์ชนิดใสไร้กรด มุ้งฟ้า เหล็กไวร์เมช (Wire Mesh) และไม้บรรทัด

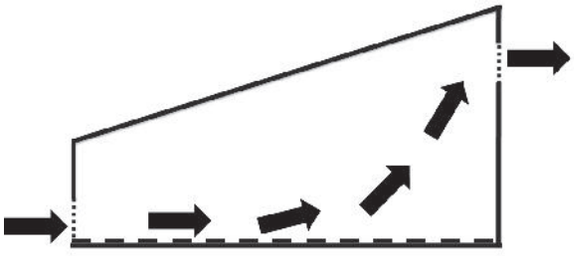
2.3 วิธีการ

หลักการของเครื่องอบแห้งแบบโดยตรง (Direct solar dryer) ได้นำมาใช้ในการออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำโครงงาน โดยมีหลักดังนี้

ในการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯจะออกแบบให้รังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะส่งผ่านความร้อนวัสดุโปร่งใสที่เข้ามายังวัตถุดิบโดยตรง ความร้อนสะสมในห้องอบเกิดจากปรากฏการเรือนกระจกและบางส่งผ่านไปยังแผงรับรังสีดวงอาทิตย์สีดำด้านล่างของวัตถุดิบเพื่อสะสมความร้อนมีผลทำให้อากาศภายในห้องอบร้อนและขยายตัวเพิ่มขึ้นอุณหภูมิที่อยู่ภายในห้องอบมีค่าอยู่ระหว่าง 45-60 องศาเซลเซียส อากาศร้อนจะส่งผ่านความร้อนทำให้วัตถุดิบได้รับพลังงานความร้อนจนน้ำภายในวัตถุดิบระเหยกลายเป็นไอเมื่ออากาศภายในร้อนจะขยายตัวซึ่งมีช่องเปิดด้านบนของห้องอบให้อากาศร้อนและความชื้นไหลออกและอากาศเย็นไหลเข้าสู่ส่วนล่างของห้องอบ ทำให้อากาศมีการหมุนเวียนจากกระบวนการพาความร้อน (Convection) และการระเหย (Evaporation)

การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ

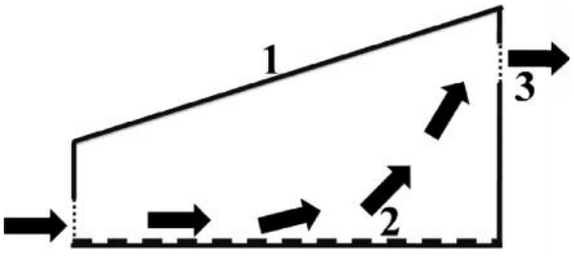
ในการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ โดยใช้อาศัยหลักการทำงานของเครื่องเครื่องอบแห้งแบบโดยตรง (Direct solar dryer) ดังรูปในที่นี้จะออกแบบให้มีการไหลของอากาศเย็นเข้าห้องอบโดยอยู่ต่ำสุดเป็นทางเข้าและส่วนบนเป็นส่วนที่ให้อากาศที่ร้อนและขยายตัวออกโดยใช้หลักการพาความร้อน ในการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้องการให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นส่วนบนและส่วนข้างของเครื่องอบแห้งจึงเป็นวัสดุโปร่งใสให้รังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้ามาในห้องอบและส่วนล่างสุดจะเป็นวัสดุสีดำเพื่อสะสมพลังงานงานความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์



รูปที่ 1: หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบโดยตรง (Direct solar dryer)

การสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ

วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำประกอบด้วย แผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ชนิดใส แผ่นโพลีโพรพิลีนสีดำ ปากกา คัตเตอร์ ปืนยิงกาว กาวแท่ง ซิลิโคนซีลแลนท์ชนิดใสไร้กรด มุ้งฟ้า เหล็กไวร์เมช (Wire Mesh) และไม้บรรทัด สำหรับเครื่องอบแห้งที่นำเสนอในบทความนี้เป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ออกแบบให้มีขนาดเล็กเหมาะสมกับอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน และเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวได้ผ่านทดลองในงานวิจัยอบแห้งสับปะรด กรณีศึกษาในเขตอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2557 ในการประดิษฐ์เครื่องอบแห้งฯจากรูปที่ 2 จะสร้างห้องอบให้มีช่องเปิดสำหรับให้อากาศเย็นไหลเข้าและอากาศร้อนไหลออก ส่วนบนของห้องอบส่วนบนทั้งหมด จะสร้างประกอบขึ้นจากแผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ชนิดใส ในที่นี้ขนาดในท้องตลาดจะมีขนาด 65×80 ตารางเซนติเมตร แผ่นโพลีโพรพิลีนมีความหนา 3 มิลลิเมตร เครื่องอบแห้งฯออกแบบให้มีวิธีการทำงานที่สะดวกต่อการใช้งานเครื่องอบแห้งดังกล่าวมีขนาดมิติ กว้าง ยาว สูง เท่ากับ 45 57 37 เซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้ได้ออกแบบให้มุมเอียงส่วนบนสุดของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ ทำมุม 30 องศากับแนวระดับ มีพื้นที่ฐานในการอบแห้ง 45 x 57 เซนติเมตร ทำด้วยแผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) สีดำ และวางด้วยเหล็กไวร์เมช (Wire Mesh) เพื่อใช้ในการวางวัตถุดิบ



รูปที่ 2: แสดงโครงสร้างของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ

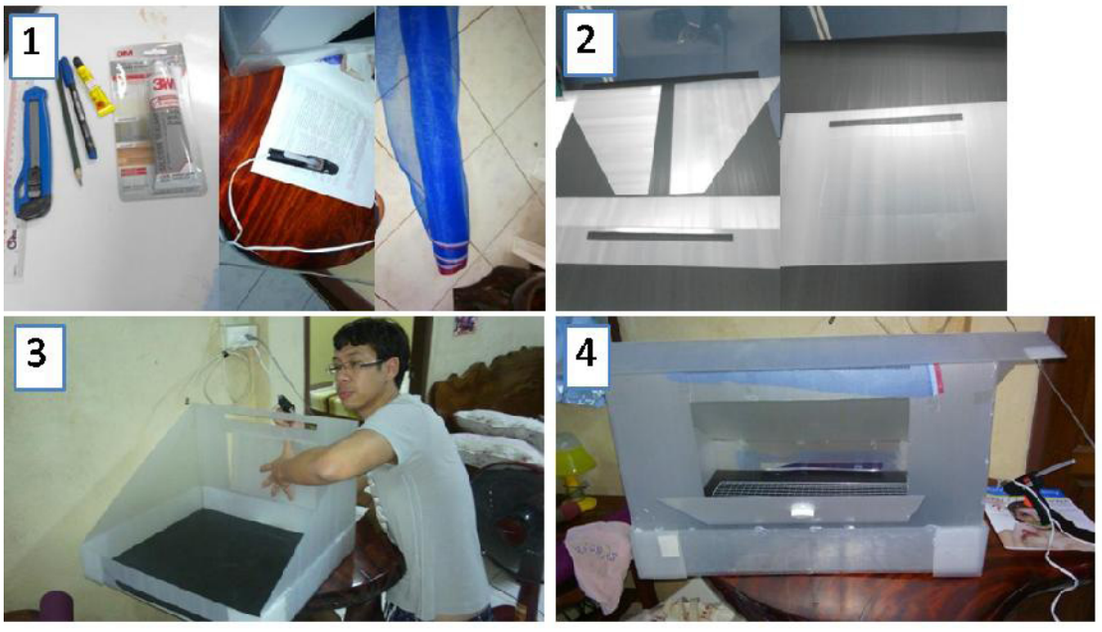
1. แผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ชนิดใส 2. เหล็กไวร์เมช (Wire Mesh) และ3. ช่องสำหรับอากาศร้อนและความชื้นจากวัตถุดิบไหลออก

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ แผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ชนิดใส แผ่นโพลีโพรพิลีนสีดำ ปากกา คัตเตอร์ ปืนยิงกาว กาวแท่ง ซิลิโคนซีลแลนท์ชนิดใสไร้กรด มุ้งฟ้า เหล็กไวร์เมช (Wire Mesh) และไม้บรรทัดดังรูปที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 ตัดแผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ชนิดใสสำหรับส่วนที่เป็นห้องอบและตัดแผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) สีดำสำหรับเป็นแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้นดังรูปที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 ประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกันเป็นลักษณะตู้อบโดยใช้ปืนยิงกาวแท่งในการติดวัสดุแผ่นโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) จนขึ้นโครงสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังรูปที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ติดมุ้งฟ้าทางเข้าออกของอากาศเย็น (ด้านล่าง) อากาศร้อนร้อน (ด้านบน) และความชื้นเพื่อป้องกันแมลงและสัตว์อื่นๆ เข้ามาทำให้วัตถุดิบเสียหายหรือสูญหาย จากนั้นใช้ซิลิโคนซีลแลนท์ชนิดใสไร้กรด ยาแนวป้องกันช่องเปิดโดยรอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อป้องกันไม่ให้ เกิดช่องว่างสำหรับแมลงและป้องกันฝนได้บางส่วนขณะอบถ้ามีฝนตก จะได้เครื่องอบแห้งที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานดังรูปที่ 4



รูปที่ 3: ขั้นตอนการสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 4: เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ

อ้างอิงจากผลงานวิจัยของ Suvarnaphaet (2014) ที่ได้วิจัยทดสอบสิ่งประดิษฐ์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำระบบดังกล่าวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2557 กรณีศึกษา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรีพบว่าสับปะรดที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ สำหรับการทดสอบได้นำตัวอย่างสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวียหั่นเป็นแผ่น หนา 5 มิลลิเมตร(± 1.5 มิลลิเมตร) เพื่อทำการทดสอบเครื่องอบแห้งฯ ซึ่งทดสอบการอบแห้งสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งฯ จำนวน 500 กรัม และตากแห้งด้วยวิธีดั้งเดิม 500 กรัม พบว่าความชื้นภายหลังการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งฯนั้นมีค่า 15.2% (w.b.) ใช้เวลาในการอบแห้ง 3 วัน ขณะที่การตากโดยวิธีดั้งเดิมด้วยการตากแห้งมีความชื้นอยู่ที่ 22.6% ใช้เวลาในการอบแห้ง 3 วัน ซึ่งพบว่าสับปะรดอบแห้งที่ได้จากการอบด้วยเครื่องอบแห้งฯนั้นมีคุณภาพ [2] ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5: สับปะรดอบแห้งที่ผ่านการอบจากเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ

3. สรุปผลการวิจัย

จากโครงงาน: สิ่งประดิษฐ์เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายต้นทุนต่ำ ที่ได้สร้างสรรค์ออกแบบและสร้างไว้นั้นมีประสิทธิภาพ ใช้วัสดุที่มีต้นทุนต่ำสามารถหาซื้อวัสดุอุปกรณ์ได้ในท้องถิ่นทำได้โดยง่ายใช้ได้จริง สามารถซ่อมบำรุงได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้เทคนิควิธีการที่ซับซ้อนอีกทั้งเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรมครัวเรือนให้กับเกษตรกรหรือกลุ่มผู้ที่ต้องการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งวัตถุดิบอื่นๆ ซึ่งสามารถเป็นช่องทางหนึ่งในการแปรรูปผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต เพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษายาวนานและป้องกันการปนเปื้อนของวัตถุดิบจาก ฝุ่นละออง นก หนู แมลงและฝนที่ตกลงมาในเบื้องต้นขณะที่ทำการอบแห้ง ซึ่งต้นทุนที่ใช้ในการสร้างเครื่องอบแห้งฯมีมูลค่าเพียง 200 บาท เป็นข้อมูลราคาวัสดุที่อยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 จากร้านวัสดุก่อสร้างในชุมชนเขตพื้นที่ชะอำ หัวหิน

4. บรรณานุกรม

[1] Ogunkoya A.K., Ukoba K.O., and Olunlade B.A., 2011. Development of a low cost solar dryer. The Pacific Journal of Science and Technology, 12(01), 98-101.

[2] Suvarnaphaet, K., Suvarnaphaet, P., 2014, "Performance of a Low-Cost Direct Passive Solar Dryer for Pineapple Drying: Case Study of Cha-Am District, Petchaburi Province, Thailand" Abstract of The 5th Rajamangala University of Technology International Conference (5th RMUTIC) “Technology and Innovation towards ASEAN”,112.