

Title : APPLICATION OF DRYER SYSTEM USING BIOMASS AND SOLAR ENERGY

Author : Ms. Sukruedee Nathakaranakule

Major Adviser : Assoc. Prof. Dr. Wattanapong Rakwichian

Adviser : Assist. Prof. Dr. Rak Dandamrongrak
: Assist. Prof. Dr. Sirichai Thepa

Type of Degree : Doctor of Philosophy Degree in Renewable Energy
(Ph.D. in Renewable Energy), Naresuan University, 2006

Abstract

The purpose of this study was to develop the sorption isotherm of chillies, to evaluate the efficiency of the biomass/solar dryer system for chillies by using corncob as biomass fuel and established the drying model of dried chillies.

The Results showed that at constant ERH, the EMC decreased with increasing surrounding air temperature and the desorption isotherm of chillies for drying at temperature of 50, 60 and 70 °C could be predicted by using the Modified Halsey Model.

The experimental results indicated that the specific heat of chillies increased linearly when the moisture content increased. From the testing of biomass gasifier system, it was found that the downdraft reactor of 0.374 m³ could produce 39.25 MJ/hr from 60 kg of corn cob for 8 hours of working time. The average main compositions of producer gas were 19% of CO, 18.5% of CO₂, and 7.4% of H₂. At air flow rate of 5.44 x 10⁻³ kg/s, corn cob feed rate of 7.5 kg/h, and corn cob moisture content of 12.1 %, the average thermal efficiency of biomass reactor was 34.7 %.

Results from collector testing between 9.00 am. – 4.00 pm. with the average solar irradiation of 726.8 W/m², air flow rate of 0.022 kg/m³, average ambient air temperature and outlet air temperature from the solar collector were 34.6 °C and 61.7 °C

respectively. It indicated that the average thermal efficiency of the solar collector was about 38.6 % and the outlet air temperature from the solar collector could be predicted from global solar radiation.

The experimental results from drying chillies of 19.2 kg in average by a dryer using only solar energy in each batch, showed that the average final moisture content of chillies was 8.0 %db from 25 hours drying time and 54.7 °C of drying air. And the average first law efficiency of the drying system was 32.5 %. The total energy consumption was 12.78 MJ/kg-water evaporated, of which 12.4 MJ/kg-water evaporated from solar energy and 0.38 MJ/kg-water evaporated from electricity. From drying of 20 kg of chillies by using both solar and biomass energy at 60.0 °C found that the average first law efficiency of the drying system was 19.9 %. The total energy consumption was 12.60 MJ/kg-water evaporated, of which 5.04 MJ/kg-water evaporated from solar energy, 7.32 MJ/kg-water evaporated from producer gas and 0.14 MJ/kg-water evaporated from electricity. The empirical drying model which is useful for drying rate and drying time prediction, was determined to be suitable model for chillies drying based on Page Drying Model which R^2 of 0.99

The study indicated that the dryer system using solar energy as the main energy source and biomass energy as the auxiliary energy source can be use efficiently with environmental friendly to dry chillies in order to get the required moisture content and color.

ชื่อเรื่อง : การประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งระบบพลังงานชีวมวลร่วมกับพลังงาน
แสงอาทิตย์

ผู้วิจัย : นางสุชฎตี นาทกรณกุล

ประธานที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์พงษ์ รักษ์วิเชียร

กรรมการที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.รักษ์ ด้านดำรงรักษ์
: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา

ประเภทสารนิพนธ์ : วิทยานิพนธ์ วท.ด. (พลังงานทดแทน) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดล Sorption Isotherm ของพริกจินดา ประเมินสมรรถนะของระบบอบแห้งพริกจินดาด้วยพลังงานชีวมวลร่วมกับแสงอาทิตย์ โดยใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงและพัฒนาโมเดลอบแห้งของพริกจินดา

ผลการศึกษาพบว่าที่ค่า ERH คงที่ EMC จะลดลง และที่อุณหภูมิ และ โมเดล Modified Halsey มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างโมเดล desorption Isotherm เพื่อใช้ทำนายความชื้นสมดุลของพริกจินดาที่อุณหภูมิ 50, 60 and 70 °C

จากผลการทดสอบหาความร้อนจำเพาะของพริกจินดาพบว่าค่าความร้อนจำเพาะของพริกจินดาจะแปรผันตามการเพิ่มของความชื้น และสำหรับการผลิตแก๊สด้วยระบบแก๊สซิไฟเออร์ขนาด 0.374 m³ พบว่าระบบสามารถผลิตแก๊สที่มีองค์ประกอบ CO 19%, CO₂ 18.5% และ H₂ 7.4% ที่อัตรา 39.25 MJ/hr จากซังข้าวโพด 60 kg ใช้เวลา 8 ชั่วโมง โดยมีอัตราการป้อนอากาศและเชื้อเพลิงเป็น 5.44 x 10⁻³ kg/s และ 7.5 kg/h ซึ่งซังข้าวโพดมีความชื้นเฉลี่ย 12.1 % และพบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของเตาผลิตแก๊สมีค่า 34.7 %.

ผลการทดสอบตัวรับรังสีระหว่างเวลา 9.00 น.- 16.00 น. โดยรังสีอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 726.8 W/m² ที่อัตราการไหลอากาศเฉลี่ย 0.022 kg/m³ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยมีค่า 34.6 °C อุณหภูมิอากาศที่ทางออกของตัวรับรังสีมีค่า 61.7°C พบว่าค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวรับรังสีมีค่า 38.6 % และอุณหภูมิอากาศร้อนที่ออกจากตัวรับรังสีสามารถทำนายได้จากฟังก์ชันของรังสีดวงอาทิตย์

ผลการทดสอบการอบแห้งพริกจินดาประมาณ 19.2 kg ด้วยเครื่องอบแห้งโดยใช้รังสีอาทิตย์เป็นพลังงานหลักพบว่าสามารถลดความชื้นพริกได้เป็น 8.0 %db ในเวลา 25 ชั่วโมงเมื่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของอากาศอบแห้งเป็น 54.7 °C และพบว่าประสิทธิภาพตามกฎข้อที่หนึ่งของระบบอบแห้งมีค่าเฉลี่ยเป็น 32.5 % มีความสิ้นเปลืองพลังงาน 12.78 MJ/kg-water evaporated โดยเป็นความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 12.4 MJ/kg-water evaporated และจากไฟฟ้าสำหรับไบโอเอร์ 0.38 MJ/kg-water evaporated จากการทดสอบอบแห้งพริกจินดา 20 kg โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลักและใช้พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานเสริม ที่อุณหภูมิอากาศอบแห้งเฉลี่ย 60.0 °C พบว่าประสิทธิภาพของระบบอบแห้งโดยเฉลี่ยมีค่าเป็น 19.9 % และมีความสิ้นเปลืองพลังงาน 12.60 MJ/kg-water evaporated โดยสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 5.04 MJ/kg-water evaporated และจากแก๊สชีวมวล 7.32 MJ/kg-water evaporated และจากไฟฟ้าสำหรับไบโอเอร์ 0.14 MJ/kg-water evaporated ในการสร้างแบบจำลองแบบเอมไพริคอลลสำหรับการอบแห้งพริกพบว่า โมเดลที่สร้างโดยอาศัยความสัมพันธ์ของ Page สามารถใช้ทำนายอัตราการอบแห้งและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งพริกจินดาได้ดีซึ่งโมเดลดังกล่าวมีค่า R^2 of 0.99

จากผลการศึกษาพบว่าเครื่องอบแห้งแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลักและใช้พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานเสริมสามารถใช้ในการอบแห้งพริกจินดาได้ โดยสามารถลดความชื้นพริกและได้สีของพริกแห้งตามที่ตลาดต้องการ อีกทั้งยังเป็นซึ่งเป็นการใช้พลังงานเพื่อการอบแห้งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม