หัวข้อวิทยานิพนธ์	การอบแห้งอาหารโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายเสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศ.ดร.สมชาติ โสภณรณฤทธิ์
	ผศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน
สายวิชา	เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน
คณะ	พลังงานและวัสดุ
พ.ศ.	2548

บทคัดย่อ

170093

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งอาหารโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นเปรียบเทียบกับการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนอย่างเดียว โดยเลือกใช้มะพร้าวขูดและใบมะกรูดเป็นวัสดุทดลอง ซึ่งสารดูดความชื้นที่ใช้ได้แก่ซิลิกาเจลและแกลบ โดยมีเงื่อนไขการทดลองคือ ใช้มะพร้าวขูดเป็นวัสดุทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้น 1,250-1,500 g ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 140%d.b. อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้ง 50 °C และ 60 °C ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.23-0.7 m/s เปอร์เซ็นต์การนำอากาศเวียนกลับมาใช้ใหม่ 37.5%,60%, 80% และ 100% โดยจะอบแห้งมะพร้าวจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 10%d.b. จากนั้นจะทำการอบแห้งใบมะกรูดโดยมีน้ำหนักเริ่มต้น 270 g ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 138%d.b. อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้ง 50 °C และ 60 °C ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.5 และ 0.7 m/s เปอร์เซ็นต์การนำอากาศเวียนกลับมาใช้ใหม่ 60%,80%,90% และ 100% โดยจะอบแห้งใบมะกรูดจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 10%d.b. จากผลการทดลองอบแห้งมะพร้าวขูดพบว่าความชื้นของมะพร้าวที่อบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียว ในขณะที่อัตราการอบแห้งมีค่าสูงกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 152-208 g H_2O/h และพลังงานจำเพาะในส่วนของการอบแห้งและการไล่ความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.14-31.32 MJ/kgH_2O และพลังงานจำเพาะของพัดลมในส่วนของการอบแห้งและการไล่ความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.29-8.59 MJ/kgH_2O ส่วนการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนอย่างเดียวจะให้อัตราการอบแห้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 105-162 gH_2O/h และพลังงานจำเพาะในส่วนของการอบแห้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.28-17.56 MJ/kgH_2O และพลังงานจำเพาะของพัดลมในส่วนของการอบแห้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.14-7.94 MJ/kgH_2O ผลจากการเพิ่มอุณหภูมิอากาศอบแห้งพบว่าจะส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้ง โดยที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 60 °C อัตราการอบแห้งจะดีกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 50 °C ประมาณ 24%

และผลของความเร็วอากาศเหนือถาดพบว่าจะส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้ง โดยที่ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.7 m/s อัตราการอบแห้งจะดีกว่าที่ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.5 m/s และ 0.6 m/s ประมาณ 8-13% ความชื้นสัมพัทธ์อากาศเข้าห้องอบแห้งพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบแห้งมีผลต่ออัตราการอบแห้ง โดยถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบมีค่าต่ำก็จะส่งผลให้อัตราการอบแห้งสูงและใช้เวลาในการอบแห้งสั้นลง จากผลการวัดสีของมะพร้าวขูดหลังการอบแห้งทั้งสองระบบเปรียบเทียบกับสีเริ่มต้นของมะพร้าวพบว่าค่าความสว่าง (L) ของมะพร้าวเพิ่มขึ้นประมาณ 5-7% และค่าความเหลือง (b) เพิ่มขึ้นประมาณ 30-68% โดยผลของอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 50 °C และ 60 °C ของการอบแห้งทั้งสองระบบ จากผลวัดสีพบว่ามะพร้าวหลังการอบแห้งยังคงคุณภาพดีอยู่

จากการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบแห้งต่อคุณภาพของมะพร้าว พบว่าถึงแม้จะอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นหรืออบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิอบแห้ง 50 °C ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบมีค่าสูงเกิน 30% สีของมะพร้าวหลังการอบแห้งจะมีสีคล้ำขึ้น ดังนั้นถ้าจะให้คุณภาพของมะพร้าวหลังการอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีควรที่จะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบไม่ควรสูงเกิน 30% และผลของชนิดสารดูดความชื้นพบว่าความชื้นของมะพร้าวที่อบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับซิลิกาเจลจะลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งโดยใช้แกลบเป็นสารดูดความชื้น โดยให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่าประมาณ 16% ในขณะที่การใช้พลังงานจำเพาะในส่วนของการอบแห้งและการไล่ความชื้นของการอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับซิลิกาเจลจะมีค่าสูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับแกลบประมาณ 20%

จากการศึกษาการอบแห้งใบมะกรูดพบว่าความชื้นของใบมะกรูดที่อบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นจะลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียว และผลการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและอัตราการอบแห้ง โดยที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 60 °C การลดลงของความชื้นจะดีกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 50 °C ประมาณ 17% และผลของความเร็วอากาศเหนือถาดส่งผลต่อการลดลงของความชื้น โดยที่ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.7 m/s การลดลงของความชื้นจะดีกว่าที่ความเร็วอากาศเหนือถาด 0.5 m/s ประมาณ 27% จากผลการวัดสีของใบมะกรูดเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้นซึ่งในที่นี้จะพิจารณาค่าสีเขียว (a) พบว่าการอบโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นที่อุณหภูมิ 50 °C จะทำให้ค่าความเขียวของใบมะกรูดลดลงประมาณ 7% และที่อุณหภูมิ 60 °C ค่าความเขียวลดลงประมาณ 78-81% ส่วนการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนอย่างเดียวพบว่าที่อุณหภูมิ 50 °C ค่าความเขียวลดลงประมาณ 21% และที่อุณหภูมิ 60 °C ค่าความเขียวลดลงประมาณ 66-91%

Thesis Title	Food Drying Using Hot Air Integrating with Desiccant.
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Sermpong Adirekrut
Thesis Advisors	Prof. Dr. Somchart Soponronnarit
	Asst. Prof. Dr. Thanid Madhiyanon
Program	Master of Engineering
Field of Study	Energy Management Technology
Department	Energy Management Technology
Faculty	School of Energy and Materials
B.E.	2548

Abstract

170093

Finely chopped coconut and kaffir lime leaf were selected as the material for drying, and silica gel and rice husk were used as the desiccant. 1,250-1,500 g of coconut, with approximately 140% d.b. moisture content, were determined for initiating the process. For coconut drying, air velocity varied between 0.23-0.70 m/s at drying temperatures of 50 and 60 °C. Air recirculation percentages were set at 37.5, 60, 80, and 100%, respectively. The operating conditions for kaffir lime leaf were as follows: initial weight 270 g with moisture content 138% d.b. Air velocity was 0.5 and 0.7 m/s at drying temperatures of 50 and 60 °C. Air recirculation percentages varied, using 4 values: 60, 80, 90, and 100%, respectively. Both products were dried until the desired moisture content of 10% d.b. was reached. The results of drying coconut showed that the combined system could reduce moisture content more rapidly than the pure hot air system. The drying rates of combined system were in the range 152-208 g H_2O/h, whereas the sums of specific energy consumption (SEC) used for drying and regeneration were between 25.14-31.32 MJ/kgH_2O, and the SEC supplied to the blower was 6.29-8.59 MJ/kgH_2O. For the pure hot air system, drying rates ranged between 105-162 gH_2O/h, where SEC of 13.28-17.56 MJ/kgH_2O could be achieved and the SEC used for the blower was 5.14-7.94 MJ/kgH_2O. A higher drying rate was obtained with a higher temperature, as expected, and 60 °C drying temperature gave around a 24% higher drying rate than 50 °C. Similarly, increasing air velocity promoted moisture reduction and increased the drying rate. The drying rate at a velocity of 0.7 m/s was 8-13% higher than 0.5 and 0.6 m/s. The relative humidity of the drying air was directly related to moisture reduction, so that lowering air relative humidity enhanced drying rate and

shortened drying time. Pre- and post-drying color comparisons of the dried coconut were made and it was found that the change in color of the dried coconut was quite acceptable. The lightness (L) and yellowness values (b) of the coconut dried using both systems at temperatures of 50 and 60 °C increased by about 5-7% and 30-68%, respectively. Investigation of the effect of relative humidity on color change showed that color degraded when the relative humidity of the drying air >30% at a drying temperature of 50 °C without exception, even in the combined system. Silica gel showed about a 16% more effective moisture reduction rate than rice husk, but used about 20% more energy (drying plus regeneration) than rice husk.

Drying kaffir lime leaf by combined system also showed advantages in reducing moisture over the pure hot air system. Drying at 60 °C gained a 17% higher drying rate than 50 °C, and a velocity of 0.7 m/s offered a 27% greater rate than 0.5 m/s. Based on fresh kaffir lime leaf for comparison, the greenness value (a) of kaffir lime leaf dried by combined system at 50 and 60 °C decreased about 7% and 78-81%, respectively. For the pure hot air system, at 50 and 60 °C, there were decreases of about 21% and 66-91%, respectively.

Keyword : Relative Humidity / Chopped Coconut / Kaffir Lime Leaf / Desiccant / Drying Rate