Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 147-149 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 147-149 (2545)**

การจำลองสภาพและหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบแห้งลำไยด้วยลมร้อน
Simulation and Optimization of Longan Drying with Hot Air

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ[1] อารีย์ อัจฉริยวิริยะ[1] และ วีรศักดิ์ วงศาสุราฤทธิ์[1]
Siva Achariyaviriya[1], Aree Achariyaviriya[1] and Weerasak Vongsasurarit[1]

Abstract

The objective of this research work is to develop a mathematical model and evaluate effects of the ambient temperature and relative humidity on optimal drying conditions (drying air temperature and specific airflow rate) for longan drying process. The drying simulation operated at the fraction of recycled air of 0% and 96%. It was found that the ambient temperature and relative humidity gave a big role to specific airflow rate at the optimal operating conditions, but no effect to drying air temperature for both of fraction of recycled air.

Keywords: Optimization, Longan, Drying

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไยและนำมาวิเคราะห์หาความไวของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม ที่มีผลกระทบกับเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด (อุณหภูมิและอัตราการไหลของอากาศอบแห้ง) โดยจะศึกษากรณีที่ใช้อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่เท่ากับ 0% และ 96% ซึ่งจากการจำลองสภาพการอบแห้งพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมมีผลต่ออัตราการไหลจำเพาะที่เหมาะสมที่สุด แต่ไม่มีผลต่ออุณหภูมิอบแห้งทั้งกรณีที่ใช้อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 0% และ 96%

คำนำ

การอบแห้งเป็นกรรมวิธีการลดความชื้นที่ต้องใช้พลังงานค่อนข้างสูง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานสูง การศึกษาหาเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสมสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการอบแห้งลำไยลงได้ จากผลงานวิจัยของศิวะ และสมชาติ (2532) ได้สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มรูปทรงลูกบาศก์ในตู้อบแห้งที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่เพื่อทำนายความสิ้นเปลืองจำเพาะและอัตราการอบแห้ง Achariyaviriya *et al.* (2001) ได้สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไยในเครื่องอบแห้งแบบตู้ที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ ที่สามารถทำนายความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและอัตราการอบแห้ง โดยพบว่าแบบจำลองสามารถทำนายความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและอัตราการอบแห้งได้ค่อนข้างดี จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ายังไม่มีการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไยเพื่อนำมาวิเคราะห์หาความไวของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไยเพื่อนำมาวิเคราะห์หาความไวของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่มีผลกระทบกับอุณหภูมิและอัตราการไหลของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไย และนำมาวิเคราะห์หาความไวของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่มีผลต่ออุณหภูมิและอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้ง โดยมีเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลองมีดังนี้

อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม	20 – 30	องศาเซลเซียส
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสิ่งแวดล้อม	20 – 90	%
ความชื้นเริ่มต้นของลำไย	230	%มาตรฐานแห้ง
ความชื้นของลำไยที่ต้องการ	25	%มาตรฐานแห้ง
อุณหภูมิอากาศอบแห้ง	60 – 80	องศาเซลเซียส
อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ อบแห้ง	20 – 80	kg dry air / h – kg dry longan
อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่	0 - 99	%

[1] ภาควิชาวศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
Mechanical Engineering Department, Chiang Mai University, Thailand, 50200

ความจุความร้อนจำเพาะของไอน้ำ	1.88	kJ / kg น้ำ - °ซ.
ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศแห้ง	1.006	kJ / kgdry air - °ซ.
ความร้อนแฝงของการระเหยน้ำ	2502	kJ / kgน้ำ
ความดันบรรยากาศ	101.325	kPa

ผลและวิจารณ์

การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการจำลองสภาพกับผลการทดลอง

การเปรียบเทียบค่าความชื้นของลำไยที่เวลาอบแห้งใดๆ ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองคณิตศาสตร์กับข้อมูลผลการทดลองของ Achariyaviriya (2001) โดยมีเงื่อนไขการอบแห้งที่ใช้คืออุณหภูมิอากาศอบแห้ง 75 °ซ. อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 0% อัตราการไหลจำเพาะ (specific air flow rate, SAF) ของอากาศอบแห้ง 338 kg dry air / h – kg dry longan, เส้นผ่านศูนย์กลางของลำไยอยู่ในช่วงระหว่าง 2.1 ถึง 2.5 cm มวลแห้ง 1.19 kg อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 30 องศาเซลเซียส อัตราส่วนความชื้นอากาศแวดล้อม 0.015 kg น้ำ / kg dry air ความชื้นเริ่มต้นของลำไย 242% มาตรฐานแห้ง เวลาการอบแห้ง 40 ชั่วโมง พบว่าค่าความชื้นของลำไยที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองคณิตศาสตร์จะมีค่าลดลงค่อนข้างเร็วในช่วงแรกๆ ของการอบแห้ง หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ค่าความชื้นของลำไยจะเริ่มลดช้าลงเรื่อยๆ จนเกือบคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการลดของค่าความชื้นของลำไยที่ได้จากผลการทดลอง

ความไวของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่มีต่ออัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด (เมื่อใช้อัตราส่วนการการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 0 %)

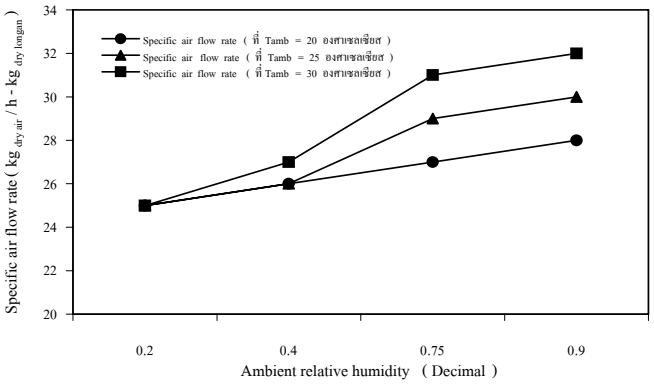

Figure 1 Sensitivity of ambient relative humidity and ambient temperature on specific air flow rate at optimum point (intial longan-weight of 2,000 kg, initial moisture content of 230% dry basis, final moisture content of 25% dry basis, specific air flow rate of 20 - 50 kg dry air / h-kg dry longan, drying air temperature of 60 – 80 °C, fraction of air recycled of 0%)

พิจารณาภาพที่ 1 เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมใดๆ จะเห็นว่าเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดมีค่าสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมต่ำๆ จะพบว่าค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมแทบจะไม่มีผลต่อค่า SAF ที่เหมาะสมที่สุดแต่เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมมากขึ้น จะเห็นว่าค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมเริ่มมีผลต่อค่า SAF ที่เหมาะสมที่สุดมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าความไวของค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมและอุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีผลต่อค่า SAF ที่เหมาะสมที่สุดดังนั้นในการอบแห้งลำไยจึงควรพิจารณาถึงค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมว่ามีค่าเป็นอย่างไร เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้ค่า SAF ได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ความไวของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่มีต่ออัตราการไหลจำเพาะของอากาศที่เหมาะสมที่สุด (เมื่อใช้อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 96%)

พิจารณาภาพที่ 2 เมื่อพิจารณาที่ค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมใดๆ จะเห็นว่าเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดมีแนวโน้มสูงขึ้น (ยกเว้นที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมระหว่าง 75 – 90% แทบจะไม่มีผลต่อค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด) และที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมที่ช่วงระหว่าง 20 – 40% จะเห็นว่าค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมไม่มีผลต่อค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดและเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม

อยู่ระหว่าง 40 – 75% จะเห็นว่าค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมที่อยู่ระหว่าง 20 – 25 °ซ. ไม่มีผลต่อค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด แต่เมื่ออุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่ามากกว่า 25 °ซ. จะเริ่มส่งผลต่อค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมมีค่าเกินกว่า 75% จะเห็นว่าค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมเริ่มมีผลต่อค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด

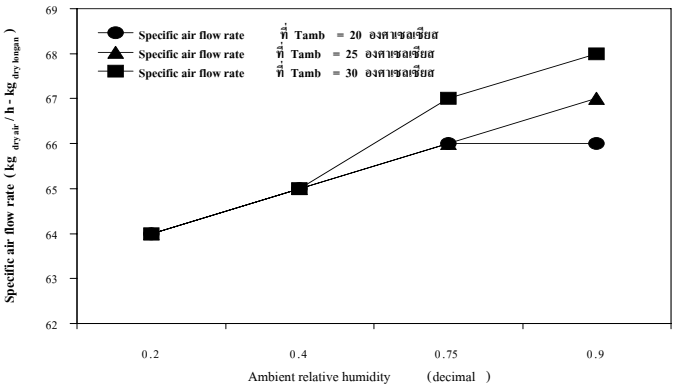

Figure 2 Sensitivity of ambient relative humidity and ambient temperature on specific energy consumption at optimum point. (intial longan-weight of 2,000 kg, initial moisture content of 230% dry basis, final moisture content of 5% dry basis, specific air flow rate of 20 - 50 kgdry air / h - kg dry longan, drying air temperature of 60 - 80 °C, fraction of air recycled of 96%)

การวิเคราะห์หาความไวของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมที่มีต่ออุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด

จากการจำลองสภาพพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมไม่มีผลต่ออุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดดังนั้นจะเห็นว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่ออุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด

สรุป

จากการจำลองสภาพโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งลำไย พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมมีผลต่ออัตราการไหลจำเพาะที่เหมาะสมที่สุด แต่ไม่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดทั้งกรณีที่ใช้อัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 0% และ 96%

เอกสารอ้างอิง

ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และ สมชาติ โสภณฤทธิ์. 2532. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งมะละกอแช่อิ่มในตู้อบแห้งและการศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสม. เอกสารหลังการประชุมทางวิชาการเรื่องการถ่ายเทความร้อน มวล และ โมเมนตัม. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

Achariyaviriya, A. 2001. Simulation and optimization of the drying strategy for longan drying. Ph.D. Thesis. Department of Energy Technology. King Mongkut's Institute of Technology Thonburi. Thailand. 140 p.

Achariyaviriya, A., S. Soponronnarit and J. Tiansuwan. 2000. Mathematical Simulation of Longan Fruit Drying. KASETSART Journal Natural Sciences. 34(2): 300-307.