Go Back

CEN03

ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนในการอบแห้งเม็ดพลาสติก

Rotary Dryer Efficiency of Plastic Pellets Drying

อรรถพล สิมประดิษฐ์พันธุ์[1,2] พิชัย นามประกาย[1] และณรงค์ชัย โอเจริญ[2]
[1]สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 โทร 0-2470-8622 E-mail: kukki555@hotmail.com
[2]ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทร 0-2549-3480

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนในกระบวนการอบแห้งเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนต โดยเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งแบบถัง ในขั้นตอนแรกอบแห้งเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนตด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังที่อุณหภูมิ 120 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อนำค่าที่ได้ไปตั้งเป็นค่าความชื้นที่ต้องการของการทดลอง จากนั้นอบแห้งเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนตด้วยเครื่องอบแห้งทั้งสองแบบที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 °C จนได้ค่าความชื้นที่ต้องการ จากการทดลองพบว่า ค่าความชื้นที่ต้องการของการทดลองอยู่ที่ 0.120% w.b. โดยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนสามารถอบแห้งให้เม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนตให้ได้ค่าความชื้นที่ต้องการได้รวดเร็วกว่าเครื่องอบแห้งแบบถัง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 120 °C ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องอบแห้งแบบถังที่ทุกๆ อุณหภูมิ

คำสำคัญ: การอบแห้ง, เครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน, ประสิทธิภาพ, เม็ดพลาสติก

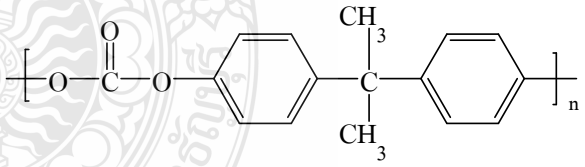
Abstract

This article aims to study efficiency of a rotary dryer in polycarbonate pellets drying compared to the hopper dryer. At first stage, polycarbonate pellets was dried with the hopper dryer at 120 °C for 4 hours in order to get a required moisture content. For the second stage, polycarbonate pellets was dried with both dryers at 80, 100 and 120 °C until the required moisture content was achieved. The experiment found that the required moisture content was 0.120% w.b. A rotary dryer gave the required moisture content at a period faster than the hopper dryer at 120 °C, especially. A rotary dryer was higher in efficiency than the hopper dryer in every temperatures.

Keywords: Drying, Rotary Dryer, Efficiency, Plastic Pellets

1. บทนำ

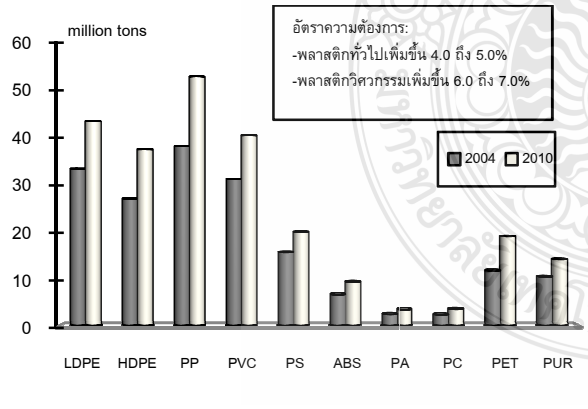
พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC) เป็นเทอร์มอพลาสติกวิศวกรรม (Engineering Plastic) ชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างภายในเป็นแบบอสัณฐาน (Amorphous) มีความหนาแน่นเท่ากับ 1.20 g/cm^3 มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเท่ากับ 0.2 W/mK [1] มีความใสสูง ใช้งานที่อุณหภูมิกว้างตั้งแต่ -100 °C ถึง 145 °C มีความเหนียวสูง ทนแรงกระแทกได้สูงมาก มีสมบัติเป็นฉนวนทางไฟฟ้าดีมาก มีอัตราการหดตัวต่ำ และทนต่อสารเคมีและรอยขีดข่วนต่ำ ซึ่ง PC เนื่องจากการที่ PC มีหมู่คาร์บอเนต (CO_3) ที่มีความเป็นขั้ว (Polarity) สูงอยู่ในสายโซ่โมเลกุล ส่งผลให้สามารถดูดซับความชื้นได้ดี โดยมีอัตราการดูดซับความชื้นประมาณ 0.15% จากการทดสอบเป็นเวลา 24 hrs ตามมาตรฐาน ASTM D570 [2] ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก PC เช่น หมวกกันน็อก โคมไฟฟ้า ภาชนะบรรจุน้ำร้อน ภาชนะบรรจุอาหารหรือเครื่องดื่มสำหรับทารก คอนแทคเลนส์ แว่นตานิรภัย แผ่นซีดีรอม และชิ้นส่วนประกอบภายในรถยนต์ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีของ PC สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของพอลิคาร์บอเนต

แม้ว่าพลาสติกจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศกล่าวคือ เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) เนื่องมาจากการผลิตเม็ดพลาสติกในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีต้องใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) เป็นวัตถุดิบในการผลิต จึงทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide, CO_2) ที่เป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) จากการเผาไหม้ในกระบวนการผลิตออกสู่ชั้นบรรยากาศโลก นอกจากนี้พลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานสั้น โดยทั่วไปเมื่อใช้แล้วเพียงครั้งเดียวก็จะกลายเป็นขยะ ซึ่งถ้ามีวิธีการกำจัดที่ไม่เหมาะสม เช่น การเผาทำลาย ซึ่งถ้าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ก็จะมีก๊าซพิษออกมา อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ก็จะมี CO_2

เกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน ซึ่งก๊าซกลุ่มนี้จะมีโมเลกุลใหญ่ ทำหน้าที่ดูดซับและกักเก็บพลังงานความร้อนที่มาในรูปของรังสีอินฟราเรด (Infrared ray) จากดวงอาทิตย์ไว้ได้มาก หากชั้นบรรยากาศมีปริมาณก๊าซกลุ่มนี้อยู่ในระดับที่พอดี ก็จะทำให้โลกมีอุณหภูมิที่อบอุ่นเหมาะแก่การดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตในโลก แต่หากก๊าซกลุ่มนี้มีมากเกินไปก็จะทำให้อุณหภูมิในโลกเพิ่มสูงขึ้น [3] ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อนอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน แต่ในทางความเป็นจริงแล้วในปัจจุบันนี้พบว่าพลาสติกถูกนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างมากมาย เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นอยู่หลายประการ เช่น น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม มีความแข็งแรง และสามารถทำการขนย้ายได้สะดวก ซึ่งจากข้อมูลการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 พบว่า มีมูลค่าการนำเข้าเท่ากับ 83,056 ล้านบาท มีปริมาณการนำเข้า 482,820 ตัน มีมูลค่าการส่งออกเท่ากับ 80,320 ล้านบาท และมีปริมาณการส่งออก 874,324 ตัน [4] นอกจากนี้จากการคาดคะเนในปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2553) พบว่า มีความต้องการใช้พลาสติกทั้งโลกเพิ่มขึ้น 4-5% และ 6-7% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2547 สำหรับพลาสติกทั่วไปและพลาสติกวิศวกรรม ตามลำดับ [5] ดังแสดงในรูปที่ 2 ดังนั้นเพื่อให้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกทุเลาลงได้ในทางปฏิบัติ จึงควรดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุดหรือใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพควบคู่กันไปด้วย [6, 7] เช่น ปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมหรือทำการคิดค้นนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น น้ำมัน (Oil) ถ่านหิน (Coal) และก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ล้วนแล้วแต่ปลดปล่อย CO_2 ที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกแทบทั้งสิ้น [8-10]



รูปที่ 2 เปรียบเทียบอัตราความต้องการของพลาสติกชนิดต่างๆ [4]

จากที่ได้กล่าวในข้างต้นว่า PC มีความสามารถในการดูดความชื้นสูง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำเม็ดพลาสติก PC ที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มาอบไล่ความชื้นหรืออบแห้งก่อนในเบื้องต้น เนื่องจากความชื้นมีส่วนทำให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้เกิดความบกพร่อง เช่น เกิดฟองอากาศ (Bubble) เกิดประกายเงิน (Silver Streak) และมีสมบัติเชิงกลลดลง [11, 12] ซึ่งในการอบแห้งเม็ดพลาสติกจะอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิตามมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับพลาสติกแต่ละชนิดด้วยเครื่องอบไล่ความชื้นหรือเครื่องอบแห้งที่ติดตั้งมากับเครื่องขึ้นรูปที่เรียกว่า เครื่องอบแห้งแบบถัง (Hopper Dryer) โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งเครื่องอบแห้งแบบถังมีข้อจำกัดในส่วนของการที่วัสดุที่นำมาอบแห้งได้รับความร้อนที่แตกต่างกัน เนื่องจากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถัง วัสดุหรือเม็ดพลาสติกจะวางเรียงซ้อนกันอย่างหนาแน่นอยู่ภายในห้องอบแห้ง (Drying Chamber) และการกระจายตัวของอากาศร้อนภายในห้องอบแห้งไม่ทั่วถึง ทำให้ปริมาณความชื้นที่ลดลงของเม็ดพลาสติกเป็นไปอย่างเชื่องช้าและไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่สูง ซึ่งแตกต่างจากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน (Rotary Dryer) ที่วัสดุมีการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องและภายในตัวถังมีแผ่นครีบรูปทรงคล้ายเกลียวทำหน้าที่บังคับให้วัสดุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าขณะที่แนบติดอยู่กับผิวของถังที่ได้รับการถ่ายโอนความร้อนมาจากแหล่งความร้อน ซึ่งมีส่วนทำให้ความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุมีการระเหยออกมาได้อย่างรวดเร็ว และมีความสม่ำเสมอกันทั่วทุกตำแหน่ง ส่งผลให้มีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงาน และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการอบแห้งอีกทางหนึ่งด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มีการนำเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งเม็ดพลาสติก PC เพื่อศึกษาถึงการลดลงของความชื้น และประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง โดยเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งแบบถัง ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกต่อไป

2. การอบแห้ง (Drying) [13-16]

การอบแห้งคือ กระบวนการลดความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปใช้หลักการถ่ายโอนความร้อนให้กับวัสดุที่มีความชื้นอยู่ เพื่อไล่ความชื้นออกจากวัสดุโดยการระเหย ซึ่งอาศัยความร้อนที่ได้รับจากอากาศร้อนเป็นความร้อนแฝงของการระเหย ในขณะเดียวกันไอน้ำก็จะเกิดการเคลื่อนที่จากผิวของวัสดุมายังกระแสอากาศ การอบแห้งวัสดุโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1 ช่วงเริ่มต้นของการอบแห้ง (Rising Rate Drying Period)

ช่วงเริ่มต้นของการอบแห้ง อุณหภูมิที่พื้นผิวของวัสดุที่นำมาอบแห้งจะเข้าสู่สภาวะสมดุลทางความร้อน และเกิดการระเหยของความชื้นขึ้นที่พื้นผิวของวัสดุ โดยที่อัตราการอบแห้งของวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งให้สูงขึ้น และเมื่อมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง

2.2 ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant Rate Drying Period)

ในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ความร้อนจากอากาศจะถ่ายโอนไปยังผิวของวัสดุโดยการนำความร้อนผ่านชั้นฟิล์มของก๊าซ และวัสดุจะแพร่ความชื้นจากผิวผ่านชั้นฟิล์มของก๊าซไปยังอากาศร้อน เนื่องจากการระเหยของความชื้นที่ผิวของวัสดุล่าช้ากว่าการแพร่ของความชื้นภายในวัสดุมายังผิวของวัสดุ ส่งผลให้อุณหภูมิของผิววัสดุมีค่าคงที่ๆ

Go Back

อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ และความเข้มข้นของน้ำที่ผิวของวัสดุมีค่าคงที่ ดังนั้นอัตราการระเหยของน้ำที่ผิวจะเป็นตัวควบคุมอัตราการอบแห้ง

2.3 ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Drying Period)

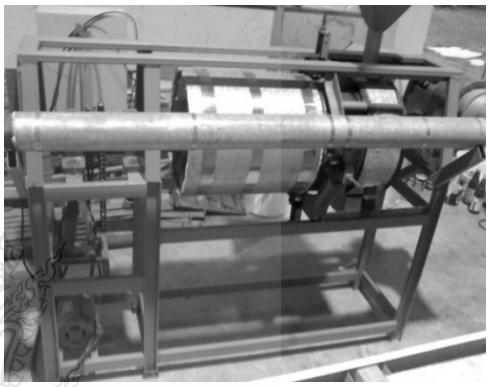
ช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเกิดขึ้นเมื่อวัสดุมีความชื้นลดลงจนถึงความชื้นวิกฤต ซึ่งเป็นช่วงหลังจากที่ความชื้นบริเวณผิวหน้าของวัสดุถูกระเหยออกไปมากแล้ว อัตราการอบแห้งจะเริ่มเปลี่ยนแปลงจากช่วงอัตราการอบแห้งคงที่เป็นช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงนั้นการแพร่ของความชื้นมายังผิวของวัสดุจะล่าช้ากว่าการระเหยของน้ำที่ผิวของวัสดุ ดังนั้นอัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมด้วยการแพร่ของความชื้นภายในวัสดุ โดยที่ผิวของวัสดุจะค่อยๆ แห้ง และอุณหภูมิก็จะค่อยๆ สูงขึ้น เนื่องจากความร้อนที่ถ่ายโอนให้กับวัสดุถูกใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับวัสดุส่วนหนึ่ง จึงมีความร้อนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ใช้ในการระเหยของน้ำ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งถึงความชื้นค่าหนึ่งแล้วจากนั้นความชื้นก็จะไม่ลดลงอีกเรียกว่า ความชื้นสมดุล (Equilibrium Moisture Content)

3. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ทดลองต่างๆ ได้แก่ 1) เครื่องอบแห้งแบบถัง ดังแสดงในรูปที่ 3 ยี่ห้อ Shini รุ่น SHD–25 ของบริษัท Shini Electric Heaters CO. LTD ประเทศไต้หวัน นำมาใช้อบแห้งเม็ดพลาสติก PC ประกอบด้วยเครื่องเป่าลม (Blower) ขนาด 90 W อุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) ขนาด 2.8 kW และมีความจุประมาณ 25 kg ทำงานโดยการดูดอากาศจากภายนอก แล้วให้ความร้อนด้วยอุปกรณ์ให้ความร้อน จากนั้นทำการเป่าอากาศร้อนดังกล่าวด้วยเครื่องเป่าลมให้มีความเร็วหรือแรงดันสูง เพื่อให้สามารถสัมผัสผ่านเม็ดพลาสติกที่วางเรียงซ้อนกันอยู่ในห้องอบแห้ง ส่งผลให้เม็ดพลาสติกมีความชื้นลดลง 2) เครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอก-หมุน ดังแสดงในรูปที่ 4 นำมาใช้อบแห้งเม็ดพลาสติก PC ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 372 W เครื่องเป่าลมขนาด 186 W อุปกรณ์ให้ความร้อนขนาด 5 kW และมีความจุประมาณ 5 kg ทำงานโดยการเป่าอากาศร้อน ซึ่งถูกเพิ่มอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ให้ความร้อนพัดผ่านเข้าไปยังถังหมุนที่มีเม็ดพลาสติกบรรจุอยู่ โดยที่ภายในถังบรรจุมีแผ่นครีบรูปทรงคล้ายเกลียว เพื่อทำหน้าที่กระจายวัสดุให้ทั่วผนังของห้องอบแห้ง และส่งวัสดุไปข้างหน้า รวมทั้งเป็นการเพิ่มผิวสัมผัสระหว่างอากาศร้อนและวัสดุอบแห้ง โดยที่ขณะอบแห้งถังจะหมุนในแนวแกนนอนอย่างต่อเนื่อง 3) เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) ยี่ห้อ AND รุ่น MX-50 นำมาใช้ในการวัดค่าความชื้นเริ่มต้น และหลังการอบแห้งของเม็ดพลาสติก PC และเม็ดพลาสติก PC Makrolon เกรด 2405 ซึ่งนำมาใช้เป็นวัสดุทดลองในการอบแห้งกับเครื่องอบแห้งทั้งสองแบบดังกล่าว

รูปที่ 3 เครื่องอบแห้งแบบถัง [17]



รูปที่ 4 เครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน

3.2 วิธีการวิจัย

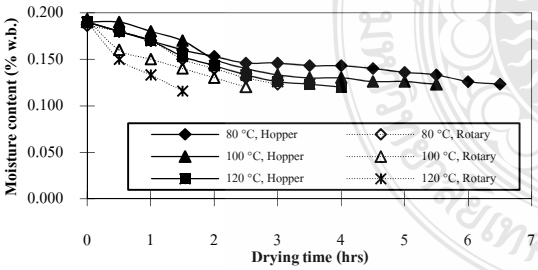
ในขั้นตอนแรกนำเม็ดพลาสติก PC มาทำการทดสอบหาปริมาณความชื้นเริ่มต้นด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น จากนั้นอบแห้งเม็ดพลาสติกด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 4 hrs ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต [18] เพื่อนำค่าความชื้นที่ได้หลังการอบแห้งไปตั้งเป็นค่าความชื้นที่ต้องการของการทดลองต่อไป และอบแห้งเม็ดพลาสติก PC ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถัง และแบบถังทรงกระบอกหมุนที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 °C จนได้ค่าความชื้นที่ต้องการ ซึ่งได้มาจากการทดลองในขั้นต้น ซึ่งแต่ละตัวอย่างมีน้ำหนักเริ่มต้น 3 kg โดยทำการเก็บตัวอย่างเม็ดพลาสติก PC ประมาณ 15 g ที่ช่วงระยะเวลาการอบแห้ง 30 นาที เพื่อนำมาวัดปริมาณความชื้นหลังการอบแห้งของตัวอย่างต่างๆ ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาณความชื้นที่ลดลงต่อไป โดยในแต่ละตัวอย่างการทดลองมีการวัดค่าการบริโภคพลังงานที่ใช้ โดยการนำอุปกรณ์เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้ามาติดตั้งเชื่อมต่อกับวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้าของเครื่องอบแห้งแต่ละแบบ แล้วทำการวัดและบันทึกค่าพลังงานที่ใช้ในแต่ละตัวอย่างของการอบแห้งทั้งหมด จากนั้นนำค่าที่ได้ไปทำการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งดังสมการที่ 1

$$\eta = \frac{w * h_{fg}}{Q_E} \quad (1)$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง
w = ปริมาณที่ระเหย, kg
h_{fg} = ความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำในวัสดุ, kJ/kg
Q_E = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบแห้ง, kJ

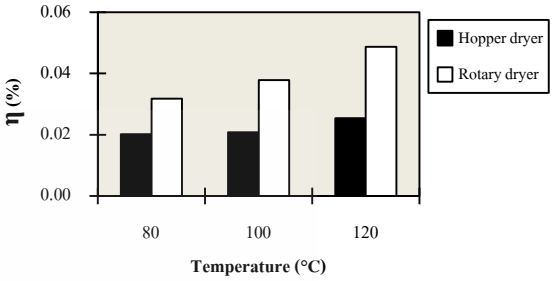
4. ผลการวิจัย

จากการการทดลองพบว่า ค่าความชื้นเริ่มต้นและหลังการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 4 hrs ของเม็ดพลาสติก PC อยู่ที่ประมาณ 0.186-0.190% และ 0.120% w.b. ตามลำดับ และเมื่อทำการพิจารณาที่ความชื้นที่ต้องการดังกล่าวคือ 0.120% w.b. การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงด้วยเครื่องอบแห้งแต่ละแบบและการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน มีผลทำให้ค่าความชื้นลดลงจนได้ค่าความชื้นที่ต้องการดังกล่าวรวดเร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังดังแสดงในรูปที่ 5 อาจเนื่องมาจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศร้อนกับอุณหภูมิของเม็ดพลาสติก PC มีค่ามากกว่ากรณีที่ใช้อุณหภูมิต่ำ [19-25] และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนห้องอบแห้งมีการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้เม็ดพลาสติก PC เคลื่อนที่ตามไปด้วย เป็นผลให้เกิดการถ่ายโอนความร้อนไปยังเม็ดพลาสติก PC ได้สูงขึ้น และส่งผลให้มีการลดลงของความชื้นหรืออัตราการระเหยของน้ำที่สะสมอยู่ในเม็ดพลาสติก PC ที่สูงและรวดเร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำและการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังดังกล่าวข้างต้น



รูปที่ 5 เปรียบเทียบระยะเวลาการอบแห้งเม็ดพลาสติก PC ณ ปริมาณความชื้นที่ต้องการ 0.120% w.b. ที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งทั้งสองแบบที่อุณหภูมิต่างๆ

ในส่วนของประสิทธิภาพพบว่า เครื่องอบแห้งแบบถัง-ทรงกระบอกหมุนมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าเครื่องอบแห้งแบบถังดังแสดงในรูปที่ 6 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการอบแห้งเพื่อให้เหลือความชื้นที่ต้องการดังกล่าวคือ ประมาณ 0.120% w.b. การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งชนิดถังทรงกระบอกหมุนใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าเครื่องอบแห้งชนิดถัง กล่าวคือ การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งชนิดถังทรงกระบอกหมุนมีอัตราการระเหยของน้ำที่สูงและรวดเร็วกว่าการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งชนิดถัง ซึ่งส่งผลให้มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำลง และมีประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งสูงขึ้น โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 120 °C



รูปที่ 6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งในการอบแห้งเม็ดพลาสติก PC ที่สภาวะการทดลองต่างๆ ณ ปริมาณความชื้นที่ต้องการ 0.120% w.b.

5. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสรุปได้ว่า เม็ดพลาสติก PC มีความชื้นเริ่มต้นที่ 0.186-0.190% w.b. และความชื้นที่หลงเหลือหลังการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 4 hrs อยู่ที่ประมาณ 0.120% w.b. โดยเมื่อพิจารณาการอบแห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่ต้องการคือ 0.120% w.b. การอบแห้งที่อุณหภูมิสูง และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่ต้องการดังกล่าวน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถัง จึงทำให้มีค่าการใช้พลังต่ำกว่า และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการที่มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าเป็นการช่วยประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อนที่เป็นอยู่ในปัจจุบันให้ลดลงได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

[1] R.J. Crawford. (2005). Plastics Engineering, 3rd ed. Elsevier Butterworth-Heinemann. Burlington.

[2] อำนวย ลาภเกษมสุข. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการสอนวิชาสารสังเคราะห์เทอร์โมพลาสติก. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-ราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

[3] J.C. Morlot. and N. Höhne. (2003). "Climate change: Long-Term Targets and Short-Term Commitments," *Global Environmental Change*, Vol. 13 Issue. 4, pp. 277–293.

[4] สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. (2553). "การนำเข้าส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติกของไทย ปี 2552," *Plastics Intelligence Update*, ปีที่ 2 ฉบับที่ 5, หน้า 1-8.

[5] M. Dröscher and A.G. Degussa. "World Plastics Production," from http://www.umsicht.fraunhofer.de/veranstaltungen/downloads/060913_umta06_8.pdf, Retrieved September 2, 2010.

[6] T.M. Lenard. (2009) "Renewable Electricity Standards, Energy Efficiency, and Cost-Effective Climate-Change Policy," *The Electricity Journal*, Vol. 22 Issue. 8, pp. 55-64.

[7] R. Clift. (2007). "Climate Change and Energy Policy: The Importance of Sustainability Arguments," *Energy*, Vol. 32 Issue. 4, pp. 262–268.

[8] R.E.H. Sims., H-H. Rogner. and K. Gregory. (2003). "Carbon Emission and Mitigation Cost Comparisons between Fossil Fuel, Nuclear and Renewable Energy Resources for Electricity Generation," *Energy Policy*, Vol. 31 Issue. 13, pp. 1315–1326.

[9] P.J. Baptiste and R. Ducroux. (2003). "Energy Policy and Climate Change," *Energy Policy*, Vol. 31 Issue. 2, pp. 155-166.

[10] วนิดา ชูอักษร. (2550). "บทบาทของโรงงานอุตสาหกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก," *เทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหการ*, ปีที่ 24 ฉบับที่ 81, หน้า 153-156.

[11] S.St. Lawrence, J.L. Willett and C.J. Carriere. (2001). "Effect of Moisture on the Tensile Properties of Poly(Hydroxyl Ester Ether)," *Polymer*, Vol. 42 Issue. 13, pp. 5643-5650.

[12] L. Kumosa, B. Benedikt, D. Armentrout and M. Kumosa. (2004). "Moisture Absorption Properties of Unidirectional Glass/Polymer Composites Used in Composite (Issuen-Ceramic) Insulators," *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 35 Issue. 9, pp. 1049–1063.

[13] มัทนียา เชี่ยวเวช. 2548. การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคในการอบแบบฟลูอิไดซ์เบดร่วมกับการเทมเปอร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี-พลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

[14] เพชรรัตน์ ใจบุญ. 2549. การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งลำไยด้วยเทคนิคแบบต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

[15] วรเมธ ทัดทอง. 2547. การศึกษาเชิงทดลองอบแห้งเมล็ดกาแฟด้วยเทคนิคฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร-มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

[16] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.

[17] Kenplas. "Hopper Dryer-Dry Plastic Granules," from http://www.kenplas.com/hopperdryer/ Retrieved October 12, 2010.

[18] Bayer MaterialScience. "MAKROLON 2405, 2407 and 2456," from http://www.BayerMaterialScienceNAFTA.com, Retrieved July 2, 2010.

[19] นภาภรณ์ พลายโถ. (2548). ผลของการพรีทรีทเมนต์ที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของกล้วยแผ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี-พลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

[20] มานะ สุยะรา. (2550). อิทธิพลของระดับความสุกที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของกล้วยแผ่น. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี-พลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

[21] เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และฐานิตย์ เมธิยานนท์, "จลนพลศาสตร์การอบแห้ง คุณภาพ และปัญหาการเกาะตัวในการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด," *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21*, จังหวัดชลบุรี, 17-19 ตุลาคม 2550.

[22] M. Zielinska and M. Markowski. (2010). "Air Drying Characteristics and Moisture Diffusivity of Carrots," *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, Vol. 49 Issue. 2, pp. 212-218.

[23] ปิยะพงษ์ จันดาประดิษฐ์, วทัญญู รอดประพันธ์ และกิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์. (2552). "การศึกษาเปรียบเทียบอบแห้งปลาทูด้วยอากาศร้อนและไอน้ำร้อนยวดยิ่ง," *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มศว.*, ปีที่ 4 ฉบับที่ 2, หน้า 37-44.

[24] A.S. Mujumdar. 1995. Handbook of Industrial Drying, 2nd ed. Marcel Dekker. New York.

[25] M.C. Gely and E.M. Santalla. (2007). "Moisture Diffusivity in Quilssuea (Chelssuepodium Quilssuea Willd.) Seeds: Effect of Air Temperature and Initial Moisture Content of Seeds," *Journal of Food Engineering*, Vol. 78 Issue. 3, pp. 1029-1033.

Go Back

ประวัติผู้เขียนบทความ

1.นายอรรถพล สิมประดิษฐ์พันธุ์ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมพลาสติก) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) จากคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี งานวิจัยที่สนใจคือ การอบแห้ง พลังงานทดแทน พลังงานชีวมวล การอนุรักษ์พลังงาน การขึ้นรูปวัสดุพอลิเมอร์ พลาสติกชีวภาพ และการสังเคราะห์วัสดุนาโน

2.รศ.ดร. พิชัย นามประกาย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์) จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) และระดับปริญญาเอก วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) จากคณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี งานวิจัยที่สนใจคือ พลังงานทดแทน เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบปั๊มความร้อน

3.ดร. ณรงค์ชัย โอเจริญ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีพลาสติก) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับปริญญาโท ปรัชญามหาบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) จากบัณฑิตวิทยาลัย-ร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (JGSEE) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี และระดับปริญญาเอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (กระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์) จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเมืองเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น งานวิจัยที่สนใจคือ กระบวนการขึ้นรูปวัสดุพอลิเมอร์ และกระบวนการไหลของพอลิเมอร์หลอมเหลว