ETM038

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศอบแห้งที่มีต่อการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด

Study of the effect of drying air temperature on chopped coconut drying by fluidized-bed technique

ฐานิตย์ เมธิยานนท์[1] เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ[2] ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์[3] และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[4]
[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ [3]อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 51 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530
โทร 02-9883666 ext. 244 E-mail:thanid_m@yahoo.com[1]
[2]นักศึกษา ป.เอก [4]ศาสตราจารย์ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 91 ถ.ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10400
โทร 02-4708693-9 ext. 111 E-mail:somchart.sop@kmutt.ac.th[4]

Thanid Madhiyanon[1], Prasan Sathitruangsak[3]
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahanakorn University of Technology
51 Cheum-Sampan Road, Nong Chok, Bangkok 10530
Sermpong Adirekrut[2], Somchart Soponronnarit[4]
School of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi
91 Prachauthit Road, Bangmod, Thung Kharu District, Bangkok 10140

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศอบแห้งที่มีต่อการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบงวด จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิอากาศอบแห้งส่งผลให้การลดลงของความชื้นของมะพร้าวเร็วขึ้น โดยหลังจากการอบแห้งมะพร้าวจนเหลือความชื้นประมาณ 1%d.b. เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพสีของมะพร้าวหลังการอบแห้งพบว่าสีเนื้อมะพร้าวที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 และ 90 $^{\circ}$C ยังคงอยู่ในเกณฑ์ดีโดยจะมีความสว่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเนื้อมะพร้าวก่อนทำการอบ แต่ในกรณีอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 และ 120 $^{\circ}$C พบว่าเนื้อมะพร้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีอย่างเห็นได้ชัดเมื่อใช้ระยะเวลาการอบแห้งมากกว่า 6 นาที โดยสามารถสังเกตเห็นความเหลืองที่เกิดขึ้นได้ด้วยตาเปล่า

คำสำคัญ: ฟลูอิไดซ์เบด, มะพร้าว, อบแห้ง

Abstract

This paper presents the effect of drying air temperature on finely chopped coconut dried in batch fluidized dryer. It was found that the drying air temperature had significant effect on moisture content reduction. When coconut was approximately dried to moisture content of 1% d.b. It was found that the change in color of the dried coconut quite acceptable. The coconut dried at temperatures of 70 and 90 $^{\circ}$C no degradation of color was observed. At temperatures of 110 and 120 $^{\circ}$C the color obviously darkened, when drying time was > 6 minute.

KEYWORDS: fluidized bed, Coconut, Drying

1. บทนำ

ปัจจุบันความต้องการมะพร้าวทางอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว เช่น การผลิตกะทิเข้มข้น มะพร้าวอบแห้ง เป็นต้น หรือกระทั่งเป็นการส่งออกเพื่อใช้สำหรับการประกอบอาหารไทยในต่างประเทศ ซึ่งการอบแห้งมะพร้าวขูดก็เป็นอีกวิธีหนึ่งของการแปรรูปผลผลิตมะพร้าวในทางอุตสาหกรรมที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงขาวนวล แต่ยังคงสภาพกลิ่น รส ของมะพร้าวแห้ง รวมถึงกำลังการผลิตที่สูงพอเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค โดยเทคนิคในการอบแห้งมะพร้าวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นลักษณะสเปรย์ (Spray drying) ซึ่งต้องลงทุนสูงทำให้ต้นทุนในการอบแห้งมีค่าสูงขึ้นเช่นกัน **[1]** จากการศึกษาการอบแห้ง

มะพร้าวโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น พบว่ามะพร้าวหลังการการอบแห้งยังคงคุณภาพดีอยู่ แต่จะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งค่อนข้างนานประมาณ 4-10 ชั่วโมง และหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบแห้งมีค่าสูงเกิน 29% จะส่งผลต่อคุณภาพสีของมะพร้าวหลังการอบแห้งอย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่าความเหลืองที่มากจนสามารถสังเกตเห็นได้ **[2-4]** การอบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชั่น ก็เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจและกำลังได้รับความนิยมมากในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้ง ซึ่งได้มีการนำไปใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น ข้าว **[5]**, ข้าวโพด **[6]**, ถั่วเหลือง **[7]** เป็นต้น ซึ่งพบว่าได้ผลการอบแห้งที่ดีคือสามารถลดความชื้นได้เร็วและคุณภาพผลิตภัณฑ์ในเกณฑ์ที่ดี โดยจากการศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งมะพร้าวด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด พบว่าการเพิ่มความเร็วของอากาศอบแห้งส่งผลให้การลดลงของความชื้นของมะพร้าวเร็วขึ้น โดยหลังจากการอบแห้งมะพร้าวจนเหลือความชื้นประมาณ 5%d.b. พบว่าคุณภาพสีของเนื้อมะพร้าวยังคงอยู่ในเกณฑ์ดี **[8]** ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อการอบแห้งมะพร้าวด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด โดยจะพิจารณาถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการลดลงของความชื้นและสีของมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้งเป็นสำคัญ

2. วิธีการทดลอง

ในการทดลองอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดจะใช้เครื่องอบแห้งดังรูปที่ 1 โดยห้องอบทำจากสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20.5 cm และ สูง 100 cm ทางออกของห้องอบติดตั้งไซโคลนเพื่อดักมะพร้าวที่หลุดลอยออกไปนอกห้องอบ สำหรับอากาศที่หมุนเวียนภายในระบบจะใช้พัดลมขนาด 3 hp และให้ความร้อนด้วยขดลวดความร้อนขนาด 7.5 kW โดยจะควบคุมอุณหภูมิของอากาศด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิแบบ PID ความละเอียด ± 1 °C (Temperature Control) การทดลองทำโดยนำมะพร้าวที่ถูกผ่าออกเป็นสองซีกไปทำการแช่น้ำคลอรีนซึ่งมีความเข้มข้น 50 ppm เป็นเวลา 10 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค **[9]** ซึ่งจะมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 110-134%d.b. หลังจากนั้นทำการวัดความเร็วของอากาศด้วย Vane type anemometer ซึ่งมีความละเอียด ± 3 % ของค่าที่อ่านได้แล้วปรับความเร็วของอากาศและอุณหภูมิให้ได้ตามเงื่อนไขการทดลอง ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าห้องอบแห้งและอากาศภายนอก ทำโดยใช้การวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก รวมถึงตรวจสอบด้วยเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีค่าความแม่นยำ ± 2 % ของค่าที่อ่านได้อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในการทดลองอบมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟูลอิไดซ์เบดในงานวิจัยนี้จะใช้มะพร้าวน้ำหนัก 250 g ทำการอบแบบเป็นงวด (batch) ซึ่งมะพร้าวขูดที่ผ่านในแต่ละงวดจะถูกนำไปอบเพื่อหาความชื้นที่เหลืออยู่ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 103°C ความละเอียด ± 2 % เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยมีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ คือ ความเร็วของอากาศที่ก่อให้เกิดฟลูอิไดเซชั่นที่ 2.1m/s โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศอบแห้งที่ 70, 90, 110 และ 120 °C ภายใต้เงื่อนไขการนำอากาศเวียนกลับมาใช้ใหม่ 60% จากนั้นจะนำมะพร้าวขูดที่ผ่านการอบแห้งไปทดสอบคุณภาพสีด้วยเครื่อง Colorimeter (Juki, Model JP7100p, Japan) โดยใช้ระบบ Hunter และทำจดบันทึกข้อมูลค่า L-a-b ที่ใช้เป็นดัชนีหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของมะพร้าวที่อบแห้งโดยที่ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (Lightness) ค่า a หมายถึงค่าสีเขียว – แดง ในขณะที่ค่า b หมายถึงค่าสีน้ำเงิน – เหลือง

3. ผลการทดลอง

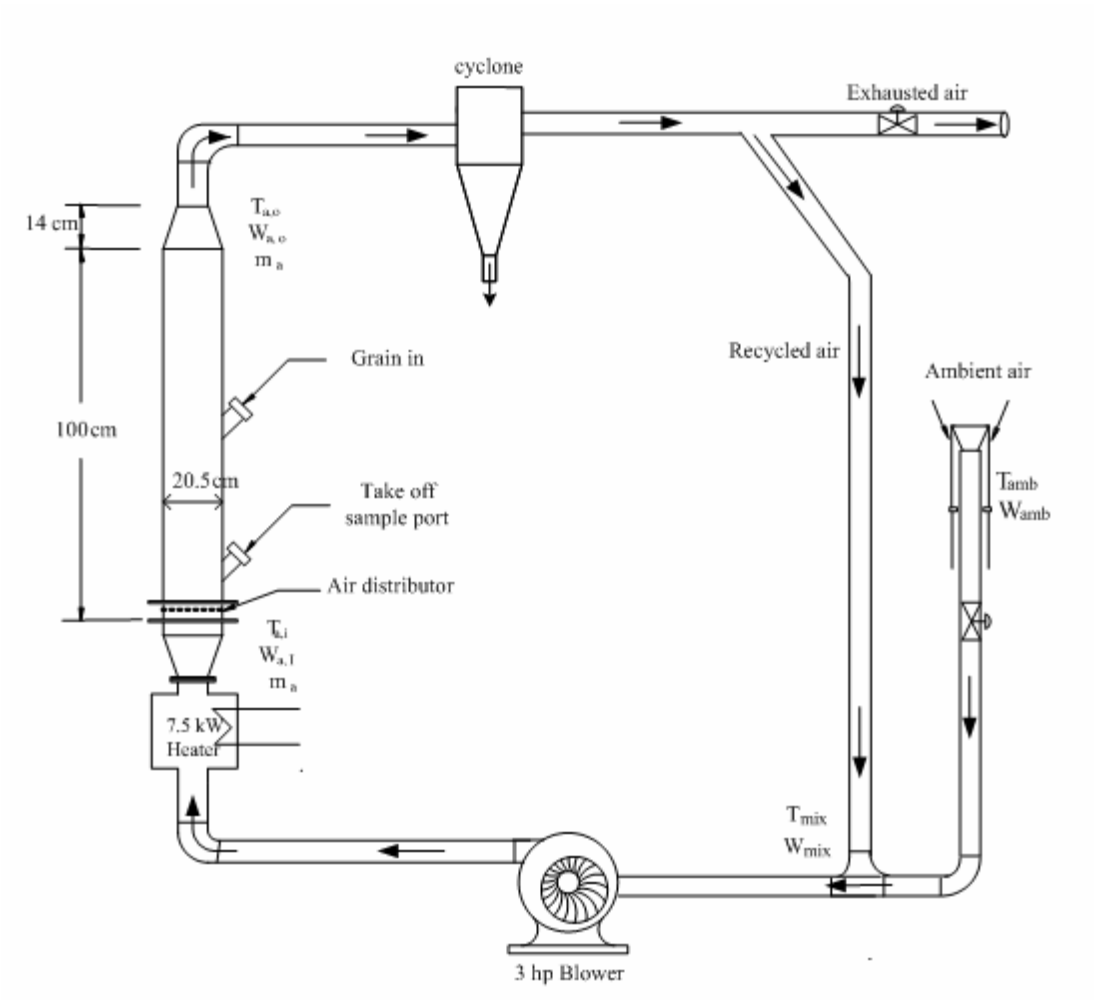
จุดประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษาจนพลศาสตร์การอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด โดยจะพิจารณาถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการลดลงของความชื้นเทียบกับเวลาและสีของมะพร้าวที่ผ่านการอบแห้ง

3.1 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการลดลงของความชื้นมะพร้าว

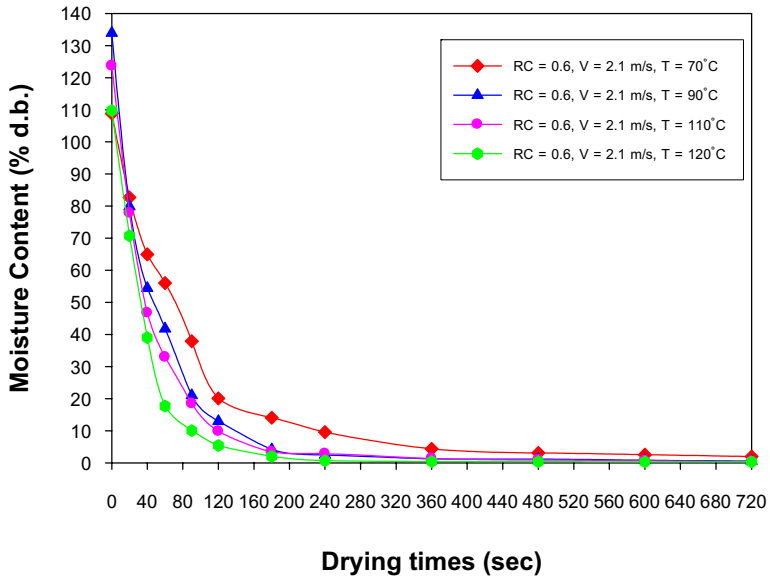
จากการทดลองการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดที่ความเร็วของอากาศอบแห้ง 2.1 m/s จากรูปที่ 2 เป็นกราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเทียบกับเวลาที่อุณหภูมิอบแห้ง 70, 90, 110 และ 120 °C พบว่าผลจากการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลมีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ความชื้นในมะพร้าวมีค่าลดลงเร็วขึ้นตามอุณหภูมิ สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เข้าห้องอบแห้งและอากาศภายนอกแสดงดังรูปที่ 3 โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2-11 % และเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยภายนอกพบว่าเงื่อนไขที่ใช้อุณหภูมิอบแห้ง 70, 90,และ 120 °C มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกเฉลี่ย 63-66 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ที่อุณหภูมิอบแห้ง 110 °C มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกเฉลี่ย 85 % ซึ่งจะเห็นว่าในแต่ละเงื่อนไขการทดลองมีความสอดคล้องกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าห้องอบ ทำให้เชื่อได้ว่าการลดลงของความชื้นที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากอุณหภูมิของอากาศอบแห้งที่แตกต่างกัน จากการทดลองพบว่าความชื้นของมะพร้าวลดลงเหลือประมาณ 1% d.b. ภายในระยะเวลาในการอบแห้ง 4-12 นาที และจากรูปที่ 4 เป็นกราฟเปรียบเทียบการลดลงของความชื้นมะพร้าวกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศออกห้องอบแห้งพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งจะส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ออกห้องอบแห้งน้อยซึ่งสอดคล้องกันในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

3.2 ผลการวัดสีของมะพร้าวในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

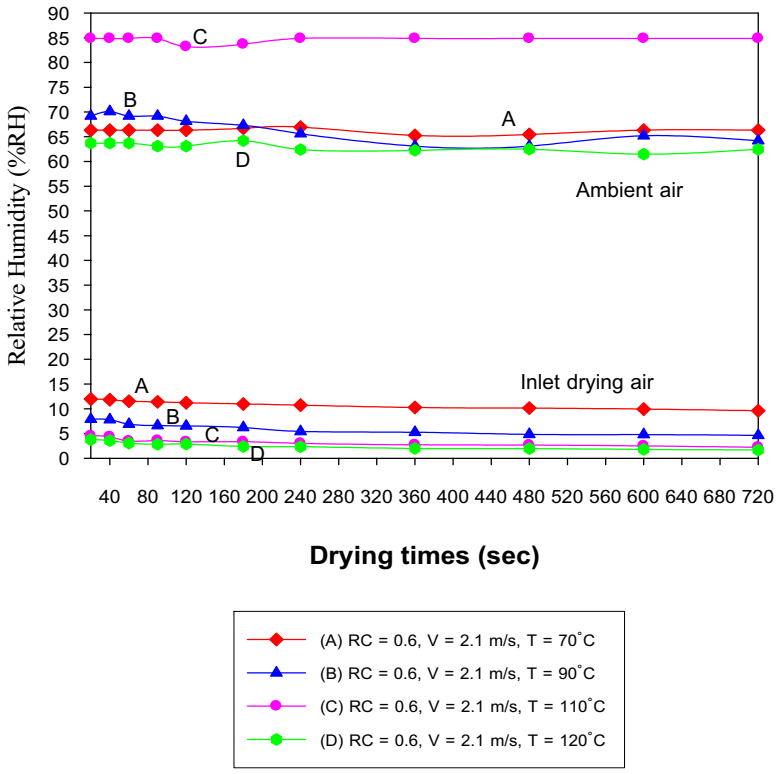
หลังจากทำการอบแห้งมะพร้าวด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบงวดและนำไปทำการวัดสีของมะพร้าวในแต่ละช่วงเวลาของการอบแห้งโดยจะทำการเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น ซึ่งมีค่าความสว่าง(L) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 74.51-74.76 , สีเขียว (a) -0.72 และสีเหลือง (b) 4.35-4.48 จากผลการทดลองพบว่าการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 70 °C และ 90 °C จะเห็นว่ามะพร้าวมีแนวโน้มของค่าความสว่าง (L) เพิ่มขึ้นประมาณ 5-5.3 % ดังรูปที่ 5 และค่าความเหลือง (b) เพิ่มขึ้นประมาณ 22.4-28.5 % ดังรูปที่ 6 (ไม่สามารถมองเห็นความเหลืองได้ด้วยตาเปล่า) และที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง



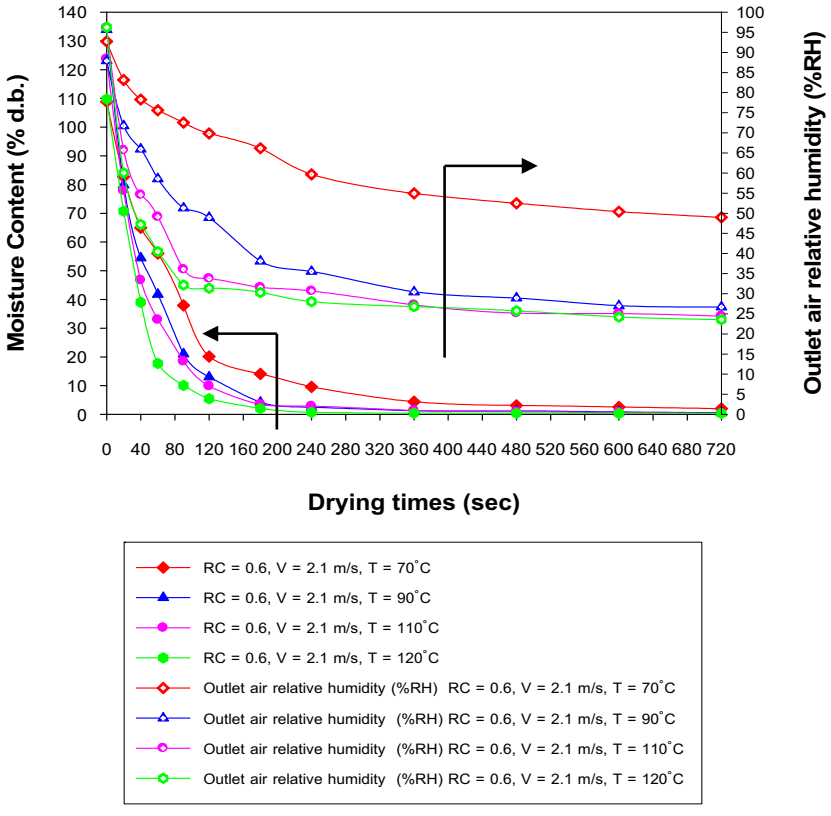
รูปที่ 1 วงจรเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด



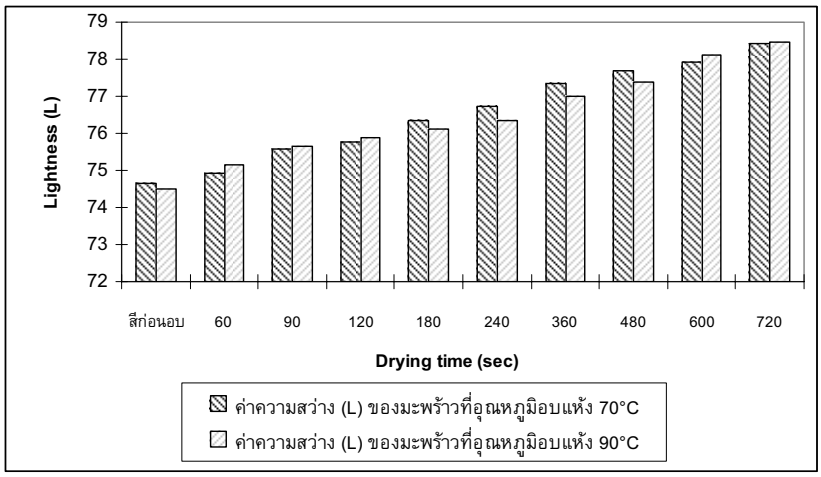
รูปที่ 2 การลดลงของความชื้นมะพร้าวในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง



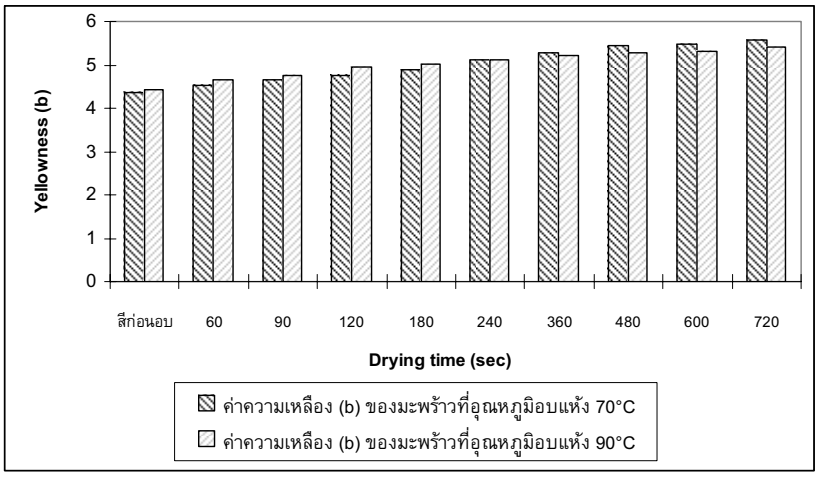
รูปที่ 3 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้งและอากาศภายนอกห้องอบในแต่ละเงื่อนไข



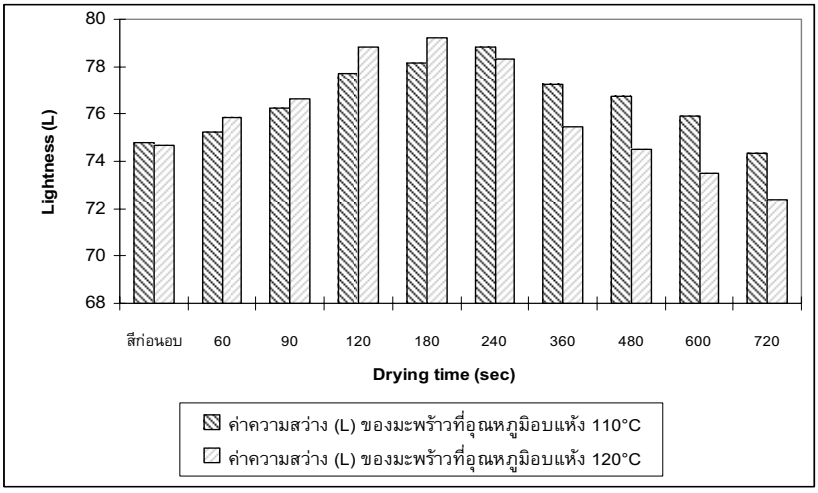
รูปที่ 4 การลดลงของความชื้นมะพร้าวและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศออกห้องอบแห้งในแต่ละเงื่อนไข



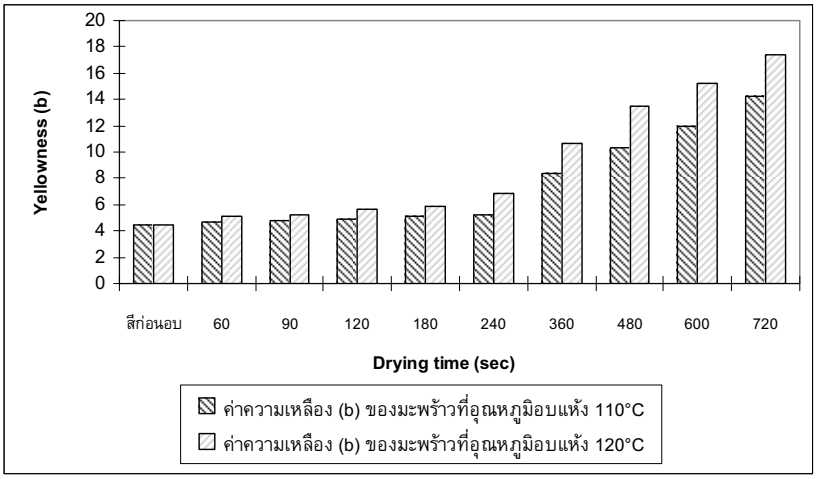
รูปที่ 5 ค่าความสว่าง (L) ของมะพร้าวที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 70 °C และ 90 °C



รูปที่ 6 ค่าความเหลือง (b) ของมะพร้าวที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 70 °C และ 90 °C



รูปที่ 7 ค่าความสว่าง (L) ของมะพร้าวที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 110 °C และ 120 °C



รูปที่ 8 ค่าความเหลือง (b) ของมะพร้าวที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 110 °C และ 120 °C

110 °C และ 120 °C พบว่ามะพร้าวมีค่าความสว่าง (L) เพิ่มขึ้นประมาณ 5.5-6.1% ดังรูปที่ 7 และค่าความเหลือง (b) เพิ่มขึ้นประมาณ 17.6-28.5% ดังรูปที่ 8 และที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 110 °C และ 120 °C ยังพบว่าหากใช้ระยะเวลาการอบแห้งมากกว่า 6 นาที พบว่าเนื้อมะพร้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีอย่างเห็นได้ชัด โดยมีแนวโน้มของความสว่าง (L) ลดลง และค่าความเหลือง (b) ที่เพิ่มขึ้นประมาณ 87.3-287% โดยสามารถสังเกตเห็นความเหลืองที่เกิดขึ้นได้ด้วยตาเปล่า สำหรับค่า a แต่ละเงื่อนไขการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบเป็นงวด (batch) โดยมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 110-134%d.b. มวล 250 g พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิอากาศในการอบแห้งส่งผลให้การลดลงของมะพร้าวเร็วขึ้น โดยความชื้นของมะพร้าวลดลงเหลือประมาณ 1 % d.b. ภายในระยะเวลาในการอบแห้ง 6-12 นาที และจากผลการวัดสีพบว่าที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 70 °C และ 90 °C มะพร้าวมีแนวโน้มของค่าความสว่าง (L) เพิ่มขึ้นประมาณ 5-5.3 % และค่าความเหลือง (b) เพิ่มขึ้นประมาณ 22.4-28.5 % (ไม่สามารถมองเห็นความเหลืองได้ด้วยตาเปล่า) และที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 110 °C และ 120 °C หากใช้ระยะเวลาการอบแห้งมากกว่า 6 นาที จะส่งผลต่อคุณภาพสีของมะพร้าวอย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่าความเหลือง (b) ที่มากจนสามารถสังเกตเห็นได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดจะใช้ระยะเวลาในการอบสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบถาดและยังคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังอบได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่ช่วยดำเนินการช่วยเก็บผลการทดลองและขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวัดสีมะพร้าวหลังการอบแห้ง

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงอุตสาหกรรม.2523, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อมะพร้าวแห้ง สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.18 น.

[2] ฐานิตย์ เมธิยานนท์, เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ, ประสาน สถิตย์เรือง ศักดิ์ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2548, “การศึกษาการอบแห้งมะพร้าวโดยใช้ลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น”, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6 "วิศวกรรมเกษตรนำไทยสู่ครัวโลก", 30-31 มีนาคม, โรงแรมมิราเคิลแกรนด์, กรุงเทพฯ, หน้า 577-586.

[3] ฐานิตย์ เมธิยานนท์, เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ, ประสาน สถิตย์เรือง ศักดิ์ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์.2548,“การเปรียบเทียบจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งมะพร้าวโดยใช้ระบบลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้นกับระบบอบแห้งที่ใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียว”,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 19, 19-21 ตุลาคม 2548, ภูเก็ต, หน้า 1287-1294.

[4] ฐานิตย์ เมธิยานนท์, เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ, ประสาน สถิตย์เรือง ศักดิ์ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2548,“การศึกษาอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์อากาศเข้าห้องอบในเครื่องอบแห้งลมร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น”,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 19, 19-21 ตุลาคม 2548, ภูเก็ต, หน้า 1295-1304.

[5] อิศเรศ ธุชกัลยา,2543, การอบแห้งข้าวเปลือกโดยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[6] คงศักดิ์ ชินนาบุญ,2543, อิทธิพลของการทำเทมเปอริงที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหลังอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[7] อุบลวรรณ ชนะภัย,2547,การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาตร์สำหรับการอบแห้งถั่วเหลืองเมล็ดเดี่ยวด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอุณหภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[8] ฐานิตย์ เมธิยานนท์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2549, “การศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งมะพร้าวด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด”, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 "งานวิจัยเพื่อศักยภาพสินค้าเกษตรไทยในตลาดโลก", 23-24 มกราคม, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, หน้า 525-530.

[9] Niamnuy,C. and Devahastin,S. 2005, Drying kinetics and quality of coconut dried in a fluidized bed dryer.Journal of Food Engineering. 66:267-271.