TPT-05

ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลต่อการอบแห้งมะพร้าวขูด ด้วยเครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบด

*เกียรติศักดิ์ ใจโต[1], เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[1], และ กระวี ตรีอำนรรค[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, จังหวัดนครราชสีมา 30000

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, จังหวัดนครราชสีมา 30000

ผู้เขียนติดต่อ: เกียรติศักดิ์ ใจโต E-mail: ball-417@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิอากาศต่อการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบดที่พัฒนาขึ้น โดยมีปัจจัยที่ศึกษาประกอบไปด้วย อุณหภูมิอากาศอบแห้งที่ 60, 70, และ 80C° ปริมาณการอบแห้งของมะพร้าวขูดครั้งละ 0.5, 1 และ1.5 kg ทำการอบแห้งมะพร้าวขูดที่ความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 52%wb ผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิอบแห้งที่สูงขึ้นมีผลทำให้อัตราการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น โดยหลังจากการอบแห้งมะพร้าวจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 8 %wb พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C และปริมาณมะพร้าวขูดที่ 1.5 kg เป็นสภาวะการอบแห้งที่มีประสิทธิภาพการทำแห้งมากที่สุด เนื่องจากมีค่า ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) ต่ำคือ 7.78 MJ/kg water มีอัตราการระเหยน้ำสูงที่สุด 1.81 kg/h และมีการเปลี่ยนแปลงจากค่าสีเริ่มต้นของแต่ละอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: มะพร้าวขูด; เครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบด; การอบแห้ง

1. บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง มีการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งนี้เพราะว่าองค์ประกอบทางด้านเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าว มีความแตกต่างไปจากน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ น้ำมันมะพร้าวสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค อีกทั้งในน้ำมันมะพร้าวยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสายสั้นและสายปานกลางเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถนำไปช่วยลดคลอเรสเตอรอล (LDL-cholesterol) ในเลือด ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ [1]

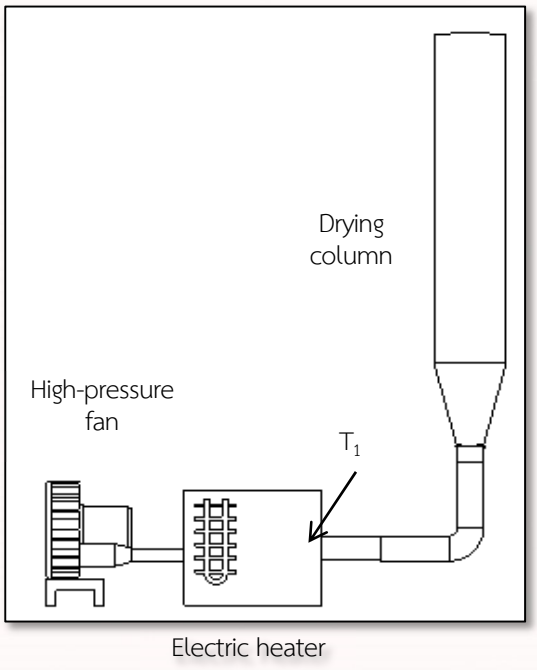
กรรมวิธีการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ สามารถผลิตได้หลายแนวทาง แต่จากการสำรวจผู้ผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในไทย มีกระบวนการผลิต 3 วิธีหลักๆ ได้แก่ การเหวี่ยงแยก (centrifuge process), การบีบเย็น (cold press) และการหมัก (fermentation process) การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมัก เป็นวิธีที่ชาวบ้านใช้ผลิต ซึ่งใช้ระยะเวลานาน ได้ปริมาณของผลผลิตต่ำ คุณภาพน้ำมันที่ได้มีค่ากรดค่อนข้างสูง และมีโอกาสปนเปื้อนสูง การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีเหวี่ยงแยก (centrifuge process) ใช้ระยะเวลาสั้นและรักษาคุณภาพน้ำมันมะพร้าวได้ดี เหมาะเป็นน้ำมันสำหรับใช้บริโภค แต่ต้นทุนเครื่องเหวี่ยงแยกค่อนข้างสูงวิธีบีบเย็น (cold press) เป็นวิธีแยกเอาน้ำมันออกจากเนื้อมะพร้าวที่อบแห้งเหลือความชื้น ประมาณ 10-12% นำมาเข้าเครื่องบีบ น้ำมันที่ได้จะมีตะกอนละเอียดปนออกมากับน้ำมันด้วย จึงต้องทิ้งไว้ให้ตกตะกอนหรือกรองให้ใสก่อน วิธีนี้มีต้นทุนสูงกว่าวิธีหมักแต่จะได้น้ำมันมากกว่าและมีคุณภาพค่อนข้างสม่ำเสมอ กระบวนการผลิตทั้ง 3 วิธีนี้ไม่ได้ใช้ความร้อนสูง ดังนั้นน้ำมันมะพร้าวจึงเก็บไว้ได้นาน [2]

ในปัจจุบันความต้องการน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการผลิตด้วยวิธีการหมักจึงไม่ทันต่อความต้องการของตลาดงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อจะหาข้อมูลพื้นฐานในด้านการเตรียมมะพร้าวขูดอบแห้งด้วยเทคนิคสเปาเต็ดเบด (spouted bed) เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยวิธีการบีบเย็น

TSAE

2. อุปกรณ์แล้ววิธีการ

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 1 แผนผังของเครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบ็ดสำหรับอบแห้งมะพร้าวขูด

เครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบดสำหรับอบแห้งมะพร้าวขูดแสดงดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย 1) พัดลมแรงดันสูง (High-pressure fan) (Hitachi Blower, VB-20-DN) ขนาด 1.5 kW ซึ่งทำหน้าที่ป้อนอากาศเข้าสู่ระบบ 2) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งทำหน้าที่ปรับความเร็วของมอเตอร์เพื่อเพิ่มลดความเร็วของอากาศที่เข้าสู่ระบบ 3) ชุดทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Electric Heater) ขนาด 3 kW ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศที่เป็นตัวกลางในการอบแห้ง 4) ห้องอบแห้งสเปาเต็ดเบด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm และสูง 80 cm อากาศร้อนที่ผ่านชุดทำความร้อนจะไหลเข้าห้องอบแห้งที่ด้านล่างผ่านช่องทางเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm 5) ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature controller) ชุดควบคุมนี้ทำงานโดยอาศัยอุณหภูมิของอากาศที่เข้าห้องอบแห้ง (T_1) เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดทำความร้อน 6) ชุดเป่าลม (air jet) ทำหน้าที่ช่วยเป่ามะพร้าวขูดให้เกิดสเปาเต็ดเบด

2.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

ในงานการทดลองนี้ได้ใช้มะพร้าวขูดซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 52 %wb เป็นวัสดุอบแห้ง

2.3 วิธีการทดลอง

การทดลองทำโดยการนำมะพร้าวขูดซึ่งมีมีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 52 %wb ปริมาณ 0.5, 1, 1.5 kg ใส่ลงในห้องอบแห้ง หลังจากนั้นทำการปรับอุณหภูมิและความเร็วของอากาศให้ได้ตามเงื่อนไขการทดลอง ซึ่งในการทดลองอบมะพร้าวขูดนี้ใช้อุณหภูมิอากาศ 3 ระดับคือ 60,70 และ 80 C^{o} เก็บตัวอย่างมะพร้าวขูดทุกๆ 5 นาทีเพื่อนำไปหาความชื้น มะพร้าวขูดที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะถูกนำไปทดสอบคุณภาพสีด้วยเครื่อง Colorimeter

2.4 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของมะพร้าวขูดระหว่างการอบแห้ง

มะพร้าวขูดที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสเปาเต็ดเบดที่ได้จะถูกนำไปหาความชื้นด้วยวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ค่าความชื้นของมะพร้าวขูดสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$M = \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \qquad ...(1)$$

เมื่อ M คือ ความชื้นของมะพร้าวขูด (%wb) w_i คือ น้ำหนักของมะพร้าวขูดก่อนอบแห้ง (g) และ w_f คือ น้ำหนักของมะพร้าวขูดหลังการอบแห้ง (g) [4]

2.5 ประสิทธิภาพการอบแห้ง

ประสิทธิภาพการอบแห้งจะพิจารณาในรูปของความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) และความสามารถในการอบแห้ง (Drying Rate, DR) ซึ่งความสิ้นเปลืองพลังงานของกระบวนการอบแห้งประกอบไปด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่พัดลมแรงดันสูงเพื่อทำให้มะพร้าวขูดเกิดสเปาเต็ดเบดและพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับชุดทำความร้อนอากาศอบแห้ง โดยความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่กล่าวมาข้างต้นสามารถวัดได้โดยมาตรวัดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt-hour Meter) โดยค่า SEC แสดงให้ทราบถึงพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำ (ความชื้น) จำนวน 1 kg ออกจากผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้งซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$SEC = \frac{36\,(E)}{m_{water}} \qquad ...(2)$$

เมื่อ SEC คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของกระบวนการอบแห้ง (MJ/kg_{water}) E คือ พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง (kWh) และ m_{water} คือ ปริมาณน้ำ (ความชื้น) ที่ถูกนำออกจากผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้ง (kg)

อัตราการอบแห้งสามารถบ่งบอกความสามารถในการระเหยน้ำออกจากวัสดุโดยสามารถหาได้จากสมการ (3)

TSAE

$$DR = \frac{m_{water}}{t} \quad ...(3)$$

เมื่อ DR คือ อัตราการอบแห้ง (kg/h) t คือ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (h)

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพสีของผลิตภัณฑ์

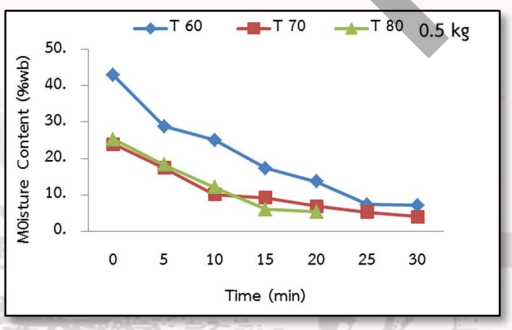
นำเนื้อมะพร้าวขูดและเนื้อมะพร้าวขูดอบแห้งไปทดสอบคุณภาพสีด้วยเครื่อง Colorimeter ระบบ Hun-terLab และบันทึกข้อมูลค่า L a b ที่ใช้เป็นดัชนีหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของมะพร้าวขูดที่อบแห้ง โดยค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (Lightness) ค่า a หมายถึงค่าความเป็นสีเขียว (Greenness) ในขณะที่ค่า b หมายถึงค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) [3] แล้วทำการหาความแตกต่างของสีเนื้อมะพร้าวขูดอบแห้งจากการทดลองเทียบกับเนื้อมะพร้าวขูด (ΔE) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ (4)

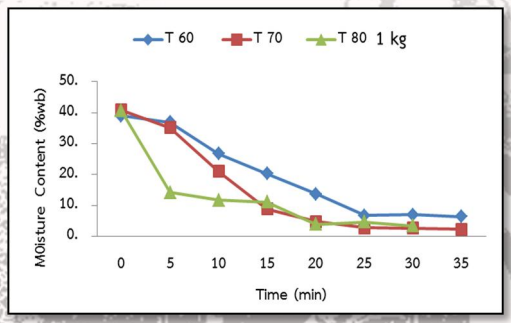
$$\Delta E_c = \sqrt{(L_o - L_p)^2 + (a_o - a_p)^2 + (b_o - b_p)^2} \quad ...(4)$$

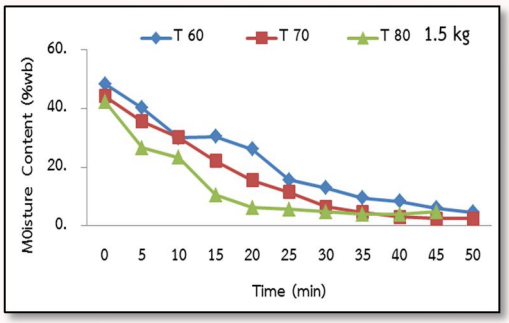
เมื่อกำหนดให้ L_0, a_0, b_0 เป็นค่าสีของมะพร้าวขูด และ L_p, a_p, b_p เป็นค่าสีของเนื้อมะพร้าวอบแห้ง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคสเปาเต็ดเบด พบว่าผลจากการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวล (ความชื้น) มีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ความชื้นในมะพร้าวขูดมีค่าลดลงเร็วขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 2)

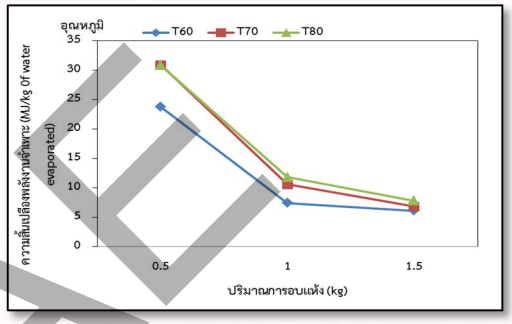






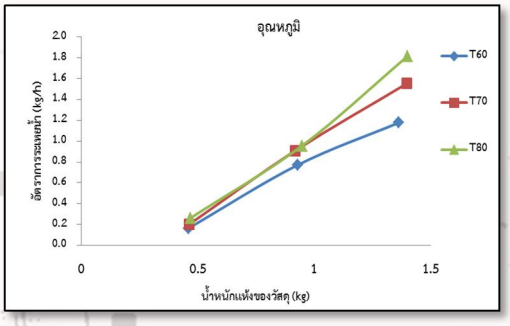
รูปที่ 2 ผลกระทบของอุณหภูมิอบแห้งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของมะพร้าขูด

3.1 ประสิทธิภาพการอบแห้ง



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับปริมาณการอบแห้ง

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3 เมื่อพิจารณาพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ระบบพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70, 80°C และปริมาณการอบแห้งที่ 1.5 kg เป็นสภาวะการอบแห้งที่มีประสิทธิภาพการทำแห้งมากที่สุดเนื่องจากใช้พลังงานน้อยในการระเหยน้ำ (ความชื้น) 1 kg ออกจากมะพร้าวขูด



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระเหยน้ำกับน้ำหนักแห้งของวัสดุ

อัตราการระเหยน้ำของการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4 เมื่อพิจารณาอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C และน้ำหนักแห้งของวัสดุที่ 1.5 kg เป็นสภาวะการอบแห้งที่มี

TSAE

อัตราการระเหยน้ำมากที่สุด ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C

3.2 ค่าคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์

ผลการวัดสีของมะพร้าวขูดอบแห้งที่ได้จากการทดลอง พบว่ามีค่าความสว่าง (L) เฉลี่ยอยู่ในช่วง75.90-78.86, สีเขียว (a) (-0.57)-(-0.69) และสีเหลือง (b) 4.01-5.91 และเมื่อนำค่า L a b ที่สภาวะการอบแห้งต่างๆ มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของสี ดังตารางที่ 1 พบว่า ที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80°C ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจึงทำให้สรุปได้ว่าอุณหภูมิในช่วง 60-80°C ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีไม่แตกต่างกัน

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาอบแห้งมะพร้าวขูด โดยมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 52%wb พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C และปริมาณการอบแห้งที่ 1.5 kg เป็นสภาวะการอบแห้งที่มีประสิทธิภาพการทำแห้งมากที่สุดเนื่องจากใช้พลังงานน้อยในการระเหยน้ำ (ความชื้น) 1 kg ออกจากมะพร้าวขูดและมีอัตราการระเหยน้ำสูง ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C

ตารางที่ 1 ผลกระทบของอุณหภูมิอบแห้งที่มีผลต่อการเปลี่ยนค่าสีของมะพร้าวขูด

อุณหภูมิ	L	a	b	ΔE
60 oC	76.64±1.18a	-0.63±0.07a	5.83±0.09a	2.20±0.41a
70 oC	78.86±0.53b	-0.50±0.05a	5.92±0.08a	2.34±0.52a
80 oC	75.90±1.11a	-0.70± 0.00b	4.90±0.05b	2.06±0.67a

a, b และ c ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

5. อ้างอิง

[1] Nevin K.G. and Rajamohan T (2004). Beneficail effects of virgin coconut oli on lipid Parameters and in vitro LDL oxidation, Journal of Clinical Biochemistry, Vol.37,pp.830-835.

[2] คมสัน หุตะแพทย์ (2547). การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ. 2547, ฉบับที่ 2, หน้า 1-5

[3] ฐานิตย์ เมธิยานนท์, เสริมพงษ์ อดิเรกรัฐ, ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2549). การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศอบแห้งที่มีผลต่อการอบแห้งมะพร้าวขูดด้วยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบด, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, จังหวัดนครราชสีมา

[4] เทวรัตน์ ทิพยวิมล (2552). การอบแห้งและการเก็บรักษาผลผลิตเกษตร. เอกสารประกอบการสอนสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

TSAE