การเปรียบเทียบระหว่างถังกลมและถังแปดเหลี่ยมในการอบแห้งมะคาเดเมียแบบถังหมุน
Comparison between Cylindrical and Octagonal Chambers on Rotary Drying of Macadamia

ประพัฒน์ ทองจันทร์[1,2] สนอง อมฤกษ์[1] และ วิบูลย์ ช่างเรือ[2,3,4]
Prapat Thongjan[1,2], Sanong Amarerg[1] and Viboon Changrue[2,3,4]

Abstract

This study aimed to test and compare between cylindrical and octagonal chambers on rotary drying of macadamia nuts. The cylindrical chamber has the inner fins to turn the nuts but octagonal chamber uses the corner to turn the nuts. The chambers were installed on the 1x1.5x1.5 m. rotary dryer. The chamber was driven by an adjustable 90 watts revolution. The gas infrared system was used as the heat source providing 5400 kcal per hour. Which took 0.45 kilograms per hour of energy consumption. The centrifugal fan provided air velocity of 0.5 m/s. The tests were performed with the chamber revolution of 1.5, 3 and 5 rpm. at 3 temperature levels of 50, 55 and 60°C. An 100 kg nuts weight was used for each test. The results found that the cylindrical chamber provided the better smooth rotation. Nuts were dried from 25% (w.b.) until 4% (w.b.). The revolution of 1.5 rpm and 55°C was the best results taking 16 hour drying time and resulting 53%

Keywords: Macadamia nut, rotary dryer, infrared gas

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบถังหมุนแบบทรงกลมและทรงแปดเหลี่ยมในการอบแห้งเมล็ดมะคาเดเมียโดยใช้เครื่องอบแบบถังหมุน ถังทรงกลมที่มีครีบภายในถังเพื่อพลิกเมล็ด แต่ถังทรงแปดเหลี่ยมพลิกเมล็ดด้วยเหลี่ยมของถัง ได้ติดตั้งบนเครื่องอบแห้งแบบถังหมุนขนาด 1x1.5x1.5 เมตร ถังถูกหมุนโดยกำลังขับจากมอเตอร์ขนาด 90 วัตต์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ ใช้แก๊สอินฟราเรดเป็นแหล่งความร้อน ซึ่งให้ค่าความร้อน 5400 กิโลแคลลอรี่ต่อชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สแอลพีจี 0.45 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้พัดลมแบบกรงกระรอกความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที ทดสอบด้วยความเร็วรอบถังหมุน 3 ระดับ คือ 1.5, 3 และ 5 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 3 ระดับ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส การทดสอบใช้เมล็ดมะคาเดเมียครั้งละ 100 กิโลกรัม ทดสอบ 10 ซ้ำ ผลการทดสอบพบว่าถังทรงแปดเหลี่ยมมีแรงกระตุกระหว่างการหมุน ส่วนถังทรงกลมมีการหมุนที่สม่ำเสมอกว่า ผลการทดสอบเมล็ดมะคาเดเมียที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 25 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก ความชื้นหลังอบเฉลี่ย 4 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก พบว่าความเร็วรอบที่ 1.5 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ให้ผลการอบแห้งดีที่สุด ใช้เวลาในการลดความชื้น 16 ชั่วโมง โดยที่เนื้อในเมล็ดคลอนเฉลี่ย 53 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เมล็ดมะคาเดเมีย, เครื่องอบแบบถังหมุน, แก๊สอินฟราเรด

คำนำ

มะคาเดเมีย(macadamia) เป็นไม้ยืนต้นประเภทไม่ผลัดใบ(evergreen tree) จัดเป็นพืชเคี้ยวมันหรือ nut มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Macadamia integrifolia Maiden and Betche อยู่ในวงศ์ Proteaceae ลำต้นสูงตั้งตรง ทรงพุ่มลักษณะคล้ายปิรามิด ใบมีลักษณะเหมือนหอกหัวกลับ ใบแก่สีเขียวเข้ม ขอบใบมีหนามเล็กน้อย ออกดอกเป็นช่อ ดอกเล็ก ๆ สีขาวห้อยระย้า กลิ่นหอมมาก ผลมะคาเดเมียเป็นลูกกลมๆ ขนาดประมาณ 1 นิ้ว เปลือกนอกสีเขียว เมล็ดสีน้ำตาลเข้มแข็งมาก เนื้อในสีขาวนวลอมเหลือง รสชาติอร่อย มัน กรอบ สามารถนำมาบริโภคหรือสกัดน้ำมัน(สถาบันวิจัยพืชสวน,2538) แหล่งปลูกมะคาเดเมียที่เป็นอุตสาหกรรมใหญ่ที่สุดคือประเทศออสเตรเลียและรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา (สถาบันวิจัยพืชสวน,2541)

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เชียงใหม่ 50100
[1] Chiang Mai Agriculture Engineering Research Center Institute of Agricultural Engineering, Department of Agriculture, Chiang Mai 50100
[2] หลักสูตรบัณฑิตศึกษาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] Postharvest graduate program, Graduate office, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[3] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[3] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[4] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[4] Department of Mechanical Engineering, The Faculty of Engineer, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

ผลผลิตเมล็ดทั้งกะลา(nut in shell) ของออสเตรเลียประมาณ 40,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2548 ผลผลิตของทั้งโลกประมาณ 59,000 - 64,000 ตัน แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยความต้องการของผู้บริโภคจะมีมากขึ้นถึงประมาณ 71,200 ตัน สำหรับในประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 15,000-20,000 ไร่ ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายและเลย โดยมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกปีละ 1,500-2,000 ไร่ นับว่าเป็นพืชที่มีอนาคตทางเศรษฐกิจซึ่งมีราคาสูง อายุการให้ผลผลิตนานกว่า 50 ปี (นิรนาม,2552) มะคาเดเมียเมื่อแก่จะร่วงลงพื้น เกษตรกรต้องเก็บมากะเทาะเปลือกเขียวออกภายใน 24 ชั่วโมง มะคาเดเมียที่กะเทาะเปลือกเขียวออกแล้วจะมีความชื้นประมาณ 20 – 25 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) เมื่ออบแห้งเมล็ดให้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 3-5 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) จะทำให้เนื้อในหดตัวหลุดจากกะลาส่วนหนึ่ง แต่ยังมีเมล็ดที่ติดกับผนังของกะลาซึ่งต้องทำให้เนื้อในหลุดจากกะลาโดยการกระแทกถุงเมล็ดกับพื้นแข็งเพื่อให้เกิดการคลอนแล้วจึงทำการกะเทาะกะลา (จำรอง ,2544) ลักษณะจำเพาะของกะลามะคาเดเมียที่มีความแข็งมากเป็นพิเศษเทียบเท่ากับความแข็งของ Ceramic หรือแก้ว (Roung and Wang,1999) ผลมะคาเดเมียใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เนื้อในมีคุณค่าทางอาหารหลายอย่าง ประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัวเฉลี่ย 76 % และไม่มีโคเรสเตอรอล ช่วยลดอัตราการเป็นโรคหัวใจ นอกจากนี้มะคาเดเมียยังอุดมไปด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม โพแทสเซียม ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ในกลุ่มของถั่วเปลือกแข็งชนิดต่างๆ มะคาเดเมียนับว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระมาก รองจากบราซิลนัท ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดอัตราความเสียหายอันเนื่องจากปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชั่นของเซลล์ที่เป็นสาเหตุหนึ่งของโรคมะเร็ง(Food Focus Thailand, 2007)

การแปรรูปมะคาเดเมีย มี 5 ขั้นตอน 1.การกะเทาะเปลือกเขียว 2.การอบลดความชื้น 3.การคัดขนาด 4.การกะเทาะกะลา 5.การแยกเนื้อในคัดเกรด

การอบลดความชื้นเมล็ดมะคาเดเมียเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะถ้าอบได้เนื้อในเมล็ดแห้งและคลอนดีการกะเทาะกะลาก็จะทำได้ง่าย เมล็ดผึ่งลมประมาณ 2-3 สัปดาห์ ความชื้นจะลดลงจากประมาณ 30 – 35 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) เหลือประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) แล้วจึงนำเมล็ดมะคาเดเมียเข้าเครื่องอบ เครื่องอบมะคาเดเมียที่ใช้ทั่วไป มี 3 แบบ คือ แบบไซโล แบบชั้นถาด และแบบกระบะ(แสดงในตารางที่ 1)เครื่องอบทั้ง 3 แบบ ใช้เวลาในการอบมาก

Table1 Type of Rotary Dryers for Macadamia nuts.

แบบเครื่องอบ	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (วัน)	เมล็ดคลอน
	38-42-46-48-52	10-15	22
	55-60	3-5	22
	55-60	2-3	22

วัตถุประสงค์ในการทดลองนี้ เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบถังหมุนแบบทรงกลมและทรงแปดเหลี่ยมในการอบแห้งเมล็ดมะคาเดเมียโดยใช้เครื่องอบแบบถังหมุน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องอบแบบหมุน ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง ต้นกำลังขับหมุนเป็นมอเตอร์เกียร์บ๊อกปรับความเร็วรอบได้
2. เมล็ดมะคาเดเมียคละขนาด ปริมาณ 100 120 และ 150 กิโลกรัม
3. เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลแบบมีหัววัดต่อสาย
4. เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลแบบอินฟราเรด
5. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบเข็ม
6. เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้า
7. เครื่องวัดความชื้นผลผลิตการเกษตร
8. นาฬิกาจับเวลา
9. ภาชนะรองรับและเก็บรักษา

วิธีการ

สร้างเครื่องอบหมุน 2 แบบ คือแบบถังกลม(Figure 1) และถังแปดเหลี่ยม(Figure 2) ขนาดตัวเครื่อง กว้างxยาวxสูง 1x1.5x1.8 เมตร ถังบรรจุเมล็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร ยาว 1.2 เมตร มีครีบภายในเพื่อช่วยให้การพลิกหมุนทำได้ดี ทดสอบอบเปรียบเทียบความจุเมล็ดมะคาเดเมีย 3 ระดับ คือ 100, 120 และ 150 กิโลกรัม ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 1.5, 3 และ 5 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงกว่า 65 องศาเซลเซียส สีเนื้อในจะคล้ำ ทดสอบระดับละ 3 ซ้ำ

Figure 1 Rotary dryer cylindrical type.

Figure 2 Rotary dryer octagonal type.

ผล

ผลการทดสอบเครื่องอบ 2 แบบ สามารถอบลดความชื้นเนื้อในเมล็ดจากความชื้นก่อนอบ ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) เหลือความชื้นหลังอบ ประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) ปริมาณที่เหมาะสม คือ 100 กิโลกรัม ความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 1.5 รอบต่อนาที อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 55 องศาเซลเซียส เครื่องอบแบบถังแปดเหลี่ยมใช้เวลาอบ เฉลี่ย 18 ชั่วโมง เมล็ดคลอน เฉลี่ย 53 เปอร์เซ็นต์ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊ส 8.1 กิโลกรัมๆ ละ 20 บาท เป็นเงิน 162 บาท สิ้นเปลืองไฟฟ้า 4.5 หน่วยๆ ละ 3.75 บาท เป็นเงิน 16.87 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวม 178.87 บาทเครื่องอบแบบถังกลมใช้เวลาอบ เฉลี่ย 16 ชั่วโมง(Figure 3) เมล็ดคลอน เฉลี่ย 53 เปอร์เซ็นต์ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊ส 7.2 กิโลกรัมๆ ละ 20 บาท เป็นเงิน 144 บาท สิ้นเปลืองไฟฟ้า 4 หน่วยๆ ละ 3.75 บาท เป็นเงิน 15 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวม 159 บาท

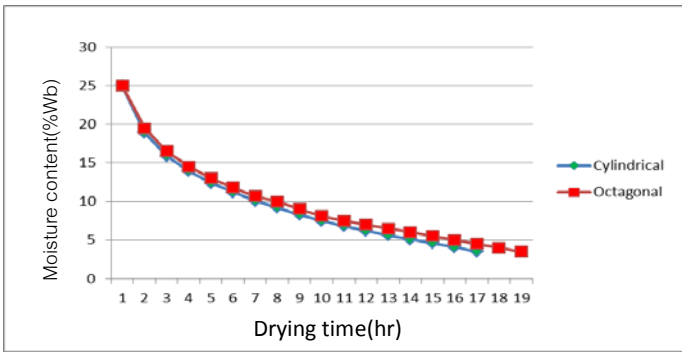

Figure 3 Performance of rotary dryers on macadamia nuts drying.

วิจารณ์ผลการทดลองที่ได้

เครื่องอบ 3 แบบ คือ ไซโล เครื่องอบแบบกระบะ และเครื่องอบแบบชั้นถาด ทุกแบบวัสดุอยู่กับที่ ใช้เวลาอบนาน2-15 วัน เมล็ดคลอนเฉลี่ย 22 เปอร์เซ็นต์ และต้นทุนสูงกว่า การพัฒนาเครื่องอบหมุน 2 แบบ คือแบบถังกลมและถังแปดเหลี่ยม มีความเหมาะสมสำหรับการอบเมล็ดมะคาเมีย เป็นเรื่องใหม่ แต่ให้ผลการศึกษาทดสอบที่ดี คือใช้เวลาอบน้อยลงคือเฉลี่ย 16 ชั่วโมง เมล็ดเนื้อในคลอนมากกว่า 53 เปอร์เซ็นต์ ไม่สิ้นเปลืองแรงงานเฝ้าเครื่อง เมล็ดคลอนสูงสามารถกะเทาะได้เนื้อในเต็มเมล็ดมากขึ้นด้วย ถังแปดเหลี่ยมใช้เหลี่ยมในการพลิกเมล็ดจะมีเสียงดังมากถังกลมและไม่มีการคลุกเคล้าเมล็ดด้านหัวท้ายใน

ถัง ถังแปดเหลี่ยมมีระยะห่างหัวอินฟราเรดไม่สม่ำเสมอ ชิดและห่างตามเหลี่ยม ความเร็วรอบถังหมุนมีกระตุกเป็นจังหวะตามน้ำหนักเมล็ดเทหาผนังถังด้านราบ เป็นสารเหตุให้เกิดการกระชากของโซ่กับสเตอร์ขับโซ่

สรุป

เครื่องอบเมล็ดมะคาเดเมียแบบถังหมุน มีความเหมาะสมสำหรับอบเมล็ดมะคาเดเมียที่มีโครงสร้างกะลาแข็ง การพลิกหมุนช่วยให้ลมร้อนกระจายได้ทั่วถึง ความชื้นเคลื่อนออกได้ง่าย ช่วยให้เวลาอบสั้นลงกว่าเครื่องอบแบบอื่นมากกว่า 4 เท่า และเมล็ดเนื้อในคลอนมากกว่า 2 เท่า เครื่องอบหมุนแบบถังกลมมีความเหมาะสมมากกว่าแบบถังแปดเหลี่ยม ใช้เวลาอบน้อยกว่า ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงแก๊สและค่าไฟฟ้าน้อยกว่า

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ดร.สนอง อมฤกษ์ ที่ให้การสนับสนุน วัสดุอุปกรณ์และสถานที่ในการสร้างเครื่องต้นแบบ ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิบูลย์ ช่างเรือ ที่ให้คำแนะนำในการออกแบบและการพัฒนา กระผมขอขอบคุณทั้ง 2 ท่านไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

จำรอง ดาวเรือง. 2544 มะคาเดเมีย. ผลงานวิชาการประจำปี. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 133-141.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2538. มะคาเดเมีย. เอกสารวิชาการที่ 17 เรื่องมะคาเดเมีย. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 40-47.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2541. แนวทางการวิจัยและพัฒนาการผลิตมะคาเดเมีย. เอกสารประกอบการสัมมนา. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี, สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่. 33 หน้า.

นิรนาม. 2552. มะคาเดเมีย. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Food Focus Thailand. 2007. [Online]. Available source: http//www.tistr-foodprocess.net/download/ should_know/Food Allergen. p. 40-43. (30 may 2011).

Roung, L. and C.H. Wang. 1999. Bathgate. Crack Closure in Spherical Shells. [Online]. Available source: http//www.springerlink.com/index/M015G66WP2442G4G.pdf;1999. (19 august 2012).