Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 547-552 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 547-552 (2556)

ผลของการเตรียมมันสำปะหลังเส้นต่อการอบแห้งด้วยลมร้อน
Effects of Pre-Treatment Cassava Chips on Hot Air Drying

วีระวัฒน์ ศรีชา[1] ธีรศาสตร์ คณาศรี[1] สมโภชน์ สุดาจันทร์[2] และ โสภา แคนสี[3]
Veerawat Srichar[1], Teerasart Kanasri[1], Somposh Sudajan[2] and Sopa cansee[3]

Abstract

The objective of this research was to investigate the effects of pre-treatment methods of cassava chip on hot air drying. The pre-treatment was divided into 3 groups as followings; 1) soaking in 2% v/v ethyl oleate concentration for 10 minutes, 2) soaking in potassium carbonate at concentration of 5% v/v for 10 minutes and 3) blanching in hot water at 60 °C for 10 minutes compared with control sample. Three factors; sizes of cassava chips (less than 2.5, 2.5-3.0, 3.0-3.5 and 3.5-4.0 cm), bed depths (2, 4, 6 and 8 cm) and drying temperatures (60 and 70°C) were studied. In the experiment cassava was chopped and sieved before pretreated methods. The cassava chip samples were placed on the tray at various sizes and bed depths, then dried at temperatures of 60 and 70°C at air velocity of 1.5 m/s. The weight of sample was recorded hourly until the final moisture content of product reached 13-14% w.b. Results showed that the methods of pretreatments, sizes and thickness of cassava significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$). The blanching samples in hot water had the highest drying rate with drying time of 9.2 hours for chip size of 3.0-3.5 cm and thickness 2 cm. Whereas, the thickness of 4 and 6 cm of drying beds were not significantly different ($p \leq 0.05$), however the sizes of cassava chips effect drying time significantly ($p \leq 0.05$).

Keywords: Hot air drying, cassava pre-treatment, cassava chip drying

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการเตรียมมันสำปะหลังเส้นก่อนการอบแห้งด้วยลมร้อน ซึ่งแบ่งการเตรียมเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การแช่ในสารละลายเอธิลโอลีเอท ความเข้มข้น 2% ปริมาตร/ปริมาตร นาน 10 นาที 2) การแช่สารละลายโปแตสเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5% ปริมาตร/ปริมาตร นาน 10 นาที และ 3) การลวกด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนปกติ โดยศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ ขนาดของชิ้นมันสำปะหลัง (ต่ำกว่า 2.5 2.5-3.0 3.0-3.5 และ 3.5-4.0 เซนติเมตร) ชั้นความหนา (2 4 6 และ 8 เซนติเมตร) และอุณหภูมิในการอบแห้ง (60 และ 70 องศาเซลเซียส) นำมันสำปะหลังมาสับและคัดแยกขนาดด้วยการร่อนผ่านตะแกรง จากนั้นจึงนำตัวอย่างมันสำปะหลังเส้นไปเตรียมด้วยวิธีการแตกต่างกัน และบรรจุใส่ถาดที่ความหนาและขนาดมันสำปะหลังที่ต่างกัน นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที บันทึกน้ำหนักทุกๆ 1 ชั่วโมง จนได้ผลิตภัณฑ์ความชื้น 13-14 เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานเปียก) ผลการศึกษาพบว่าวิธีการเตรียมตัวอย่าง ขนาดและความหนาของมันสำปะหลังมีผลต่อการลดลงของความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) วิธีการเตรียมตัวอย่างด้วยการลวกในน้ำร้อนจะทำให้อัตราการอบแห้งมากที่สุด โดยใช้เวลาอบแห้งนาน 9.2 ชั่วโมง ที่ขนาด 3.0-3.5 เซนติเมตร ความหนา 2 เซนติเมตร ขณะที่ชั้นความหนาการอบแห้ง 4 และ 6 เซนติเมตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ขนาดของมันสำปะหลังที่ศึกษามีผลต่อการอบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทุกขนาด

คำสำคัญ: การอบแห้งลมร้อน การเตรียมมันสำปะหลัง การอบแห้งมันสำปะหลังเส้น

[1] นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150
[1] Graduate student, Faculty of Engineering, Mahasarakham University 44150
[2] อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[2] Lecturer of Agricultural department, Faculty of Engineering, Khon Kean University 40002
[3] อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม 44150
[3] Lecturer of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University 44150

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังกว่า 5 แสนครัวเรือน (ไชยา, 2551) รายงานพื้นที่การเพราะปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศ ปี พ.ศ. 2555 มีประมาณ 7.2 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 23.3 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ผลผลิตที่ได้มีการนำมาแปรรูปภายในประเทศเป็นแป้งมัน มันเส้น มันอัดเม็ด อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอื่น ๆ มีจำนวนสูงถึง 20 ล้านตันต่อปี (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2543) การแปรรูปมันสำปะหลังมีขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวหัวมันสดฤดูเก็บเกี่ยวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ซึ่งหัวมันสดไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเพราะจะเน่าเสีย (ทศพร, 2552) จึงทำการตัดเหง้าแยกออกจากหัวมันสำปะหลังสด สับด้วยมือหรือเครื่องสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำมาตากแดดบนลานซีเมนต์กว้างอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ลดความชื้นใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน (ปานเทพ, 2551) ให้มันสำปะหลังเส้นได้มาตรฐานความชื้นประมาณ 13-14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและยืดอายุการเก็บรักษา การตากด้วยแสงอาทิตย์มีข้อเสียหลายอย่างทั้ง แสงอาทิตย์ที่ไม่เอื้ออำนวยในการตาก การแปรปรวนของสภาพดินฟ้าอากาศ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการตากและการตากมีฝุ่นและทรายปนเปื้อน จึงมีการแก้ปัญหาการตากโดยประยุกต์ใช้กับกระบวนการทางความร้อน (ชัยยุทธ และสุชิน, 2548) ซึ่งเป็นวิธีการลดความชื้นโดยการอบแห้งด้วยลมร้อน

การอบแห้งมันสำปะหลังเส้นเป็นวิธีการลดความชื้นแทนการตาก จากการศึกษาคุณลักษณะการอบแห้งแบบชั้นบางของชิ้นมันสำปะหลังด้วยลมร้อน พบว่าขนาดมันเส้นที่เหมาะสมที่ใช้ในการอบแห้งคือ 2.5-3 mm หนา 3 mm ที่ความเร็วลม 0.4 m/s (คำนึง, 2548) และการศึกษาของ ไพศาล (2547) การอบแห้งมันสำปะหลังเส้นอุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.25 เมตรต่อวินาที พบว่าขนาดชิ้นมันที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลงและใช้เวลาอบแห้งนานขึ้น ซึ่งให้ผลคล้าย ทศพร (2552) รายงานอบแห้งมันสำปะหลังเส้นอุณหภูมิลมร้อน 60-70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที พบว่าขนาดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลงและใช้เวลาอบแห้งนานขึ้น สอดคล้องกับวิฑูรย์และพงษ์วริศ (2554) ศึกษาการตากแห้งมันสำปะหลังเส้นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีเงื่อนไขขนาดชิ้นมันมากกว่า 3 เซนติเมตร ความสูงของชั้นหนา 2 เซนติเมตร พบว่า ใช้ระยะเวลาการตากมากกว่า 4 วัน และระยะเวลาการตากเพิ่มมากขึ้นเมื่อขนาดชิ้นมันและชั้นความหนาเพิ่มมากขึ้น

จึงมีวิธีการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มอัตราการอบแห้งขึ้นสามารถทำได้ด้วยการปรับสภาพทางกายภาพของวัสุโดยการเตรียมวัสดุตัวอย่างก่อนอบแห้ง (พรีทรีทเมนต์) จากการศึกษาของ (Leeratanarak *et al.,* 2005) รายงานว่าการลวกมันฝรั่งในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 0.8 เมตรต่อวินาที พบว่าการลวกมันฝรั่งก่อนจะช่วยลดระยะเวลาอบแห้งสั้นลง ให้ผลคล้ายกับ Tund-Akintunde and Afon (2009) ศึกษาการอบมันสำปะหลังด้วยลมร้อนโดยมีเงื่อนไขหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ที่เตรียมตัวอย่าง แช่น้ำและลวกน้ำร้อน ลวกน้ำร้อนและแช่น้ำ ชี้ให้เห็นว่าการเตรียมตัวอย่างด้วยการแช่น้ำเพิ่มอัตราการอบแห้งได้ นอกจากนี้การเตรียมวัสดุขั้นต้นด้วยสารละลายเคมียังมีผลต่อการอบแห้งอีกด้วย จากการศึกษา Doymaz (2005) ศึกษาการจุ่มลูกพลัมในสารละลาย โปรแตสเซียมคาร์บอเนต กับ เอธิลโอลีเอท (AEEO) ความเข้มข้น 5% v/v และ 2% v/v แล้วทำการอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส พบว่าระยะเวลาการอบแห้งลดลง 29.4% เมื่อเปรียบเทียบกับการตากแบบวิธีธรรมชาติ และ นภาภรณ์ (2548) ได้ศึกษาการอบแห้งกล้วยแผ่นด้วยอากาศร้อน โดยมีเงื่อนไข อุณหภูมิ 110 120 130 และ140 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยกล้วยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ความหนา 3 มิลลิเมตร โดยแบ่งกล้วยก่อนอบแห้งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มไม่พรีทรีทเมนต์ กลุ่มนำมาลวกด้วยน้ำร้อนนาน 5 นาที กลุ่มแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟล์ ความเข้มข้น 1% (v/v) นาน 2 นาที และกลุ่มแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.1% (v/v) นาน 1 นาที พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส กล้วยแผ่นที่ทรีทเมนต์ด้วยสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟล์ มีอัตราการอบแห้งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่น

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการเตรียมมันสำปะหลังเส้นต่อการอบแห้งด้วยลมร้อนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาการอบแห้งและเปรียบเทียบผลการอบแห้งของกลุ่มพรีทรีทเมนต์กับกลุ่มอบแห้งแบบไม่พรีทรีทเมนต์

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีอายุเก็บเกี่ยวช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามนิยมปลูก นำมาทำความสะอาดตัดเหง้าออก จากนั้นนำมาสับด้วยมีดให้ได้ขนาดต่างๆ นำมันเส้นที่ได้จากการสับมันสำปะหลัง มาแยกขนาดด้วยรูเปิดของตะแกรง (Figure 1b) ให้มันเส้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ต่ำกว่า 2.5, 2.5-3, 3-3.5 และ 3.5-4.0 cm เพื่อให้มีขนาดครอบคลุมกับตัวอย่างมันเส้นของลานตาก จากนั้น

นำไปหาความชื้นเริ่มต้นด้วยการนำกระป๋องไปชั่งน้ำหนักแล้วนำมันเส้นใส่ในกระป๋องไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักนำไปวิเคราะห์หาความชื้นเริ่มต้น จากนั้นตัวอย่างมันสำปะหลังเส้นที่ได้แต่ละขนาดแยกวางบนถาดพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมมีพื้นที่ขนาดกว้าง × ยาว เท่ากับ 24.5 cm×33.0 cm (Figure 1a) ชั้นความหนา 4 ระดับ คือ 2 4 6 และ 8 เซนติเมตร โดยที่ชั้นความหนา 2 cm ใส่มันเส้นจำนวน 700 กรัม ที่ถาดชั้นความหนา 4 6 และ 8 ก็เพิ่มขึ้นไปที่ละ 700 กรัม เป็น 1400 2100 และชั้นความสูง 8 cm ก็จะใส่มันเส้น 2800 กรัม แล้วแยกออกเป็น 4 กลุ่ม 1) กลุ่มไม่พรีทรีทเมนต์ 2) กลุ่มการแช่ในสารละลายเอธิลโอลีเอท ความเข้มข้น 2% ปริมาตร/ปริมาตร นาน 10 นาที 3) กลุ่มการแช่สารละลายโปแตสเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5% ปริมาตร/ปริมาตร นาน 10 นาที และ 4) กลุ่มการลวกด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นนำตัวอย่างเข้าตู้อบลมร้อน (Figure 1c) ที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตร/วินาที ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักมันเส้นที่ลดลงทุกๆ 1 ชั่วโมง จนได้ความชื้น 13-14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) บันทึกผล

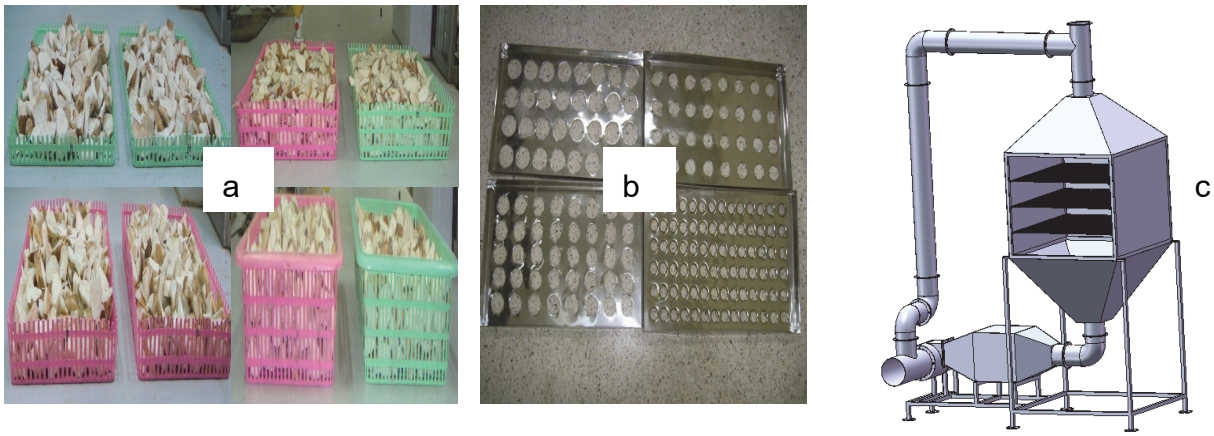

Figure 1 a) Cassava in trays at 4 levels thickness b) Sizes separation tray c) Hot air dryer

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองอบแห้งด้วยลมร้อนกลุ่มที่ 1 (Figure 2) โดยเปรียบเทียบขนาดชิ้นมันพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ขนาดชิ้นมัน เล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ที่ชั้นความหนา 2 เซนติเมตร การลดลงของความชื้นใช้เวลา 8 ชั่วโมง ความชื้นลดลงได้มาตรฐาน ที่ ความหนา 4 6 และ 8 เซนติเมตร ใช้เวลา 11 ชั่วโมงเท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะเห็นว่าพฤติกรรมการลดลงของความชื้นช่วงแรกจะต่างกัน (ชั่วโมงที่ 1-5) หลังจากชั่วโมงที่ 5 พฤติกรรมการลดลงของความชื้นที่ชั้นความหนา 4 6 และ 8 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันมาก (Figure 4) การอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ขนาดชิ้นมันเล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ชั้นความหนา 2 เซนติเมตร ใช้เวลาเพียง 3 ชั่วโมง ความชื้นลดลงได้มาตรฐาน ที่ชั้นความหนา 4 6และ 8 การลดลงของความชื้นได้มาตรฐาน ใช้เวลา 5 10 และ 15 ชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นว่าความชื้นลดลงเป็นไปตามชั้นความหนา เมื่อชั้นความหนามากอัตราการอบแห้งลดลง และการอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส แบ่งชั้นการลดลงของความชื้นอย่างชัดเจน จากผลการทดลอง (Figure 3) โดยเปรียบเทียบชั้นความหนาพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ชิ้นมันเล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ขนาดที่ชั้นความหนา 2 เซนติเมตร ให้อัตราการอบแห้งดีที่สุดโดยใช้เวลา 10 ชั่วโมง ความชื้นสามารถลดลงได้มาตรฐาน ที่ขนาดชิ้นมัน 3.5-4.0 เซนติเมตร ใช้เวลาในการอบแห้งมากที่สุดจนความชื้นได้มาตรฐานเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่ขนาด 2.5-3.0 และ 3.0-3.5 เซนติเมตร ให้อัตราการอบแห้งใกล้เคียงกันโดยใช้เวลาเท่ากันที่ 12 ชั่วโมง (Figure 5) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส การลดลงของความชื้นจะคล้ายกับที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แต่ใช้เวลาน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเปรียบเทียบที่ขนาดชิ้นมันเล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ที่ชั้นความหนา 2 เซนติเมตร และ ใช้เวลาในการอบแห้งต่างกัน 5 ชั่วโมง การแบ่งชั้นการลดลงของความชื้นจะเห็นได้ชัดเจน และการลดลงของความชื้นจะเป็นไปตามขนาดชิ้นมัน เมื่อขนาดชิ้นมันใหญ่ขึ้นทำให้อัตราการอบแห้งลดลง

จากผลการทดลองอบแห้งกลุ่มที่ 2 (Figure 6) โดยแช่สารละลายเอธิลโอลีเอท ความเข้มข้น 2% v/v นาน 10 นาที ใช้เป็นตัวทำละลาย ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน จุดเดือดจะต่ำกว่าน้ำ และจะอยู่ประมาณ 78 องศาเซลเซียส และการที่เป็นตัวทำละลายจะทำให้ เอธิลโอลีเอท แทรกซึมเข้าไปอยู่ในโครงสร้างของชิ้นมัน เมื่อนำไปอบแห้งจะทำให้อัตราการอบแห้ง

เพิ่มมากขึ้น โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ขนาดชิ้นมันแตกต่างกัน ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ที่ความหนาชั้นวาง 2 เซนติเมตร ทำการอบแห้ง 18 ชั่วโมง เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 โดยใช้ระยะเวลาเป็นตัวชี้วัดการลดลงของความชื้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้อยู่ที่ 13-14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ 2 ขนาดชิ้นมัน 2.5-3.0 และ3.0-3.5 เซนติเมตร ใช้เวลา 12 ชั่วโมง และ 14ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 1 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เวลา 14 และ 16 ชั่วโมง ที่ขนาดมันเส้นเท่ากัน จะเห็นว่ากลุ่มที่ 2 ลดระยะเวลาอบแห้งลงได้ 2 ชั่วโมง

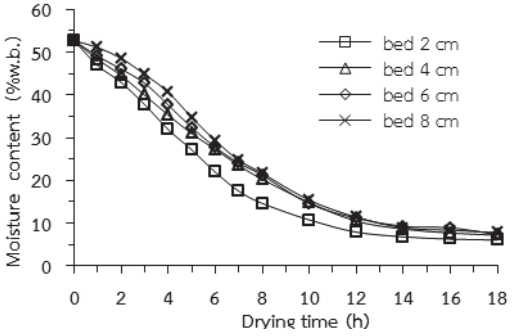

Figure 2 Drying characteristics of cassava chip size <2.50 cm, air velocity 1.5 m/s and temperature drying 60°C

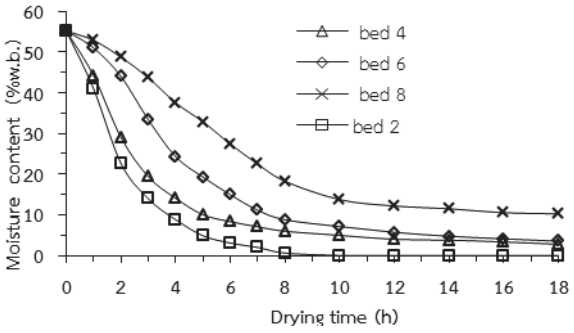

Figure 4 Drying characteristics of cassava chip size <2.50 cm, air velocity 1.5 m/s and temperature drying 70°C air velocity 1.5 m/s temperature drying 60°C

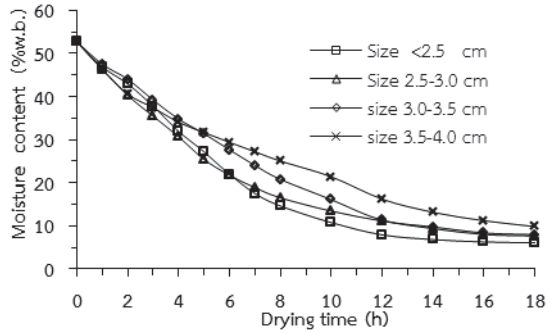

Figure 3 Drying characteristics of cassava chip bed 2 cm, air velocity 1.5 m/s and temperature drying 60°C

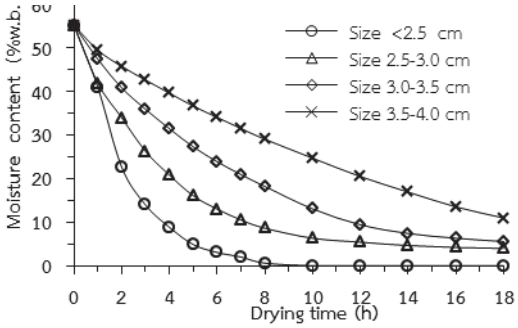

Figure 5 Drying characteristics of cassava chip bed 2 cm air velocity 1.5 m/s and temperature drying 70°C

กลุ่มที่ 3 (Figure 8) โดยแช่สารละลายโปแตสเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5% v/v นาน 10 นาที โปแตสเซียมคาร์บอเนตเป็นสารละลายความเข้มข้นสูง ป้องกันการเกิดสารสีน้ำตาลในผักผล ไม้ที่ปอกเปลือกหรือหั่นแล้ว ถ้าจุ่มหรือแช่ผักผลไม้เหล่านั้นในสารละลายกรด เช่น กรดซิตริก น้ำมะนาว จะป้องกันการเกิดสารสีน้ำตาล และเซลล์อาจจะแตกหรือเนื้อเยื่อถูกทำลาย ทำให้คุณสมบัติของโครงสร้างของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป คุณภาพหลังการอบดีขึ้น เวลานำไปอบแห้งจะทำให้น้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ระเหยออกได้ง่าย และทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบที่ขนาดชิ้นมันแตกต่างกัน ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ที่ความหนาชั้นวาง 2 เซนติเมตร ทำการอบแห้ง 18 ชั่วโมง ปรากฏว่าขนาดมันเส้นเล็กกว่า 2.50 เซนติเมตร มีการลดลงของความชื้นจะมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และที่ขนาด 2.5-3.0, 3.0-3.5 และ4 เซนติเมตร ลดลงตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มันเส้นที่ต้องการ 13-14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) จะเห็นว่าที่ ขนาดเล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ใช้เวลา 5 ชั่วโมง ขนาด 2.5-3.0 เซนติเมตร ใช้เวลา 8 ชั่วโมง ขนาด 3.0-3.5 เซนติเมตร ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ขนาด 3.5-4 เซนติเมตร ใช้เวลา 16 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 สามารถระยะลดเวลาได้ 3 ชั่วโมง กลุ่มที่ 4 (Figure 7) โดยการลวกด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที (Blanching) เป็นกระบวนการหนึ่งในขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบ เซลล์อาจจะแตกหรือเนื้อเยื่อถูกทำลาย ทำให้คุณสมบัติของโครงสร้างของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ด้วยเหตุนี้ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจึงต้องทำการลวกด้วยอุณหภูมิและเวลาที่เพียงพอต่อการทำลายเอนไซม์ ทำให้น้ำระเหยออกง่าย

ประหยัดกว่าการใช้ โปแตสเซียมคาร์บอเนตและใช้สารละลายเอธิลโอลีเอทเพราะต้นทุนสารเคมีสูงกว่า โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ที่ความหนาชั้นวาง 2 เซนติเมตร ทำการพรีทรีทเมนต์โดยแช่ในน้ำร้อน นาน 10 นาที โดยใช้กับขนาดชิ้นมัน 3.0-3.5 ,3.5-4.0 เซนติเมตร เปรียบเทียบกลุ่มที่ 4 กับกลุ่มที่ 1 ผลิตภัณฑ์มันเส้นที่ต้องการ 13-14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) จะเห็นว่ากลุ่มที่ 4 ขนาด 3.0-3.5 เซนติเมตร ใช้เวลา10 ชั่วโมง ขนาด 3.5-4.0 เซนติเมตร ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มที่ 1 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เวลา14 และ 16 ชั่วโมง ขนาดมันเส้น 3.0-3.5, 3.5-4.0 เซนติเมตร ตามลำดับ จะเห็นว่าการพรีทรีทเมนต์ลดระยะเวลาอบแห้งลงได้ 4 ชั่วโมง (Figure 9) การเปรียบเทียบของการพรีทรีทเมนต์แบบต่างๆจะแตกต่างกันโดยที่ การลวกสามารถลดระยะเวลาการอบแห้งได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือการแช่โปแตสเซียมคาร์บอเนตส่วนการแช่เอธิลโอลีเอทให้อัตราการอบแห้งใกล้เคียงกับกลุ่มไม่พรีทรีทเมนต์

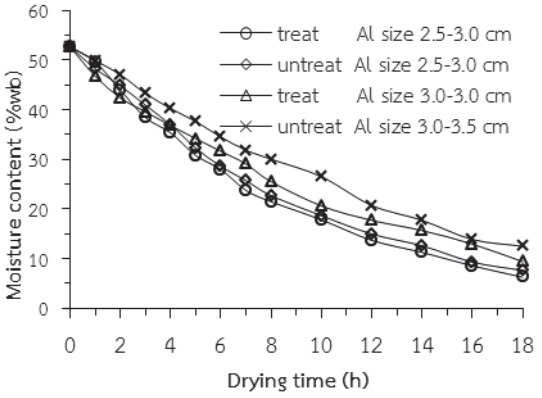

Figure 6 Drying characteristics of ethyl oleate at treated cassava chip bed 2 cm air velocity 1.5 m/s and temperature drying 60°C

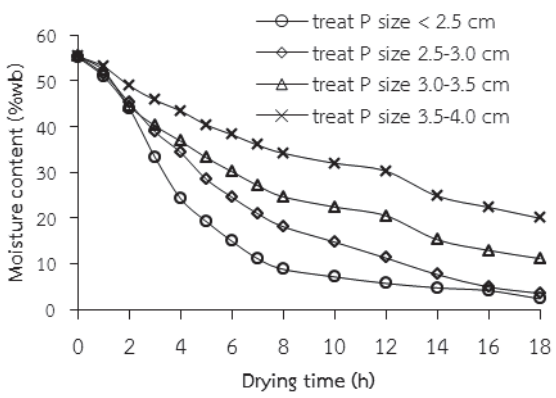

Figure 8 Drying characteristics of potassium carbonate at treated cassava chip bed 2 cm air velocity 1.5 m/s and temperature drying 60°C

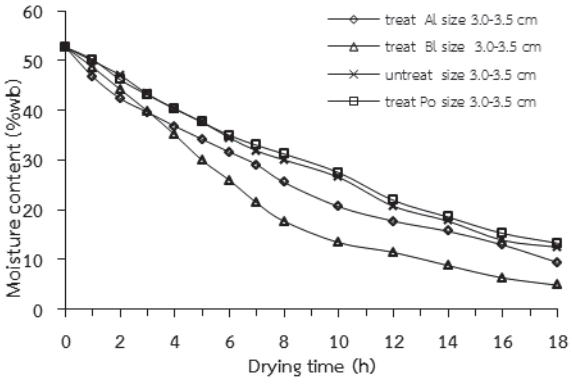

Figure 7 Drying characteristics of blanching at treated cassava chip bed 2 cm air velocity 1.5 m/s and temperature drying 60°C

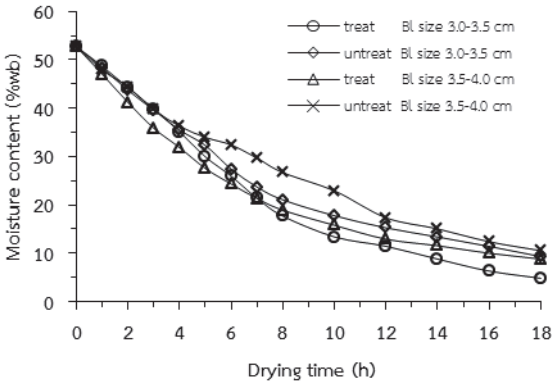

Figure 9 Comparison of drying characteristics of cassava chip at bed 2 cm air velocity 1.5 m/s , temperature 60°C, pretreatment ethyl oleat (Al), Potassium carbonate (P), blancing (Bl) and untreated

สรุปผล

ขนาดของชิ้นมันและชั้นความหนามีผลต่อปัจจัยการลดลงของความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ขนาดชิ้นมันเล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดสามารถลดระยะเวลาอบแห้งจากขนาดชิ้นมัน 3.5-4.0 เซนติเมตร และขนาดชั้นความสูงที่ขนาด 2 เซนติเมตร ลดเวลาการอบแห้งจากชั้นความสูง 8 เซนติเมตร ได้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมงเท่ากัน และอุณหภูมิอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส สามารถลดระยะเวลาลงจากอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง และ การเตรียมด้วยการแช่ใน เอธิลโอลีเอท การแช่สารละลายโปแตสเซียมคาร์บอเนตและการลวกเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อน พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0-3.5 เซนติเมตร ความหนา 2 เซนติเมตร สามารถลดระยะเวลาลงได้ 2 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยสำหรับ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษางบประมาณรายได้ ปี 2555 จากสำนักส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และโครงการทุนส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่ ปี 2554 สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สกว. และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอขอบคุณนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีส่วนช่วยในการเก็บข้อมูลนี้

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 292 หน้า

คำนึง วาทโยธา. 2548. การอบแห้งชิ้นมันสำปะหลังด้วยไมโครเวฟและลมร้อน. โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ตุลาคม-ธันวาคม 2548. หน้า 1-3

ชัยยุทธ ดีสาทร และ สุชิน อนุเวทย์. 2548. การศึกษาการลดความชื้นของอากาศในเครื่องอบแห้งพลัง แสงอาทิตย์ชนิดที่มีวัสดุเก็บสะสมความร้อนร่วมกับสารดูดความชื้น. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม. หน้า 1-5

ไชยา สะสมทรัพย์. 2551. การจัดประชุมมันสำปะหลังนานาชาติ Word Tapioca Conference 2009. เอกสารแถลงข่าว. กระทรวงพาณิชย์. หน้า 1-50

ทศพร วิมุกตาคม. 2552. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งมันสำปะหลังเส้น. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. หน้า 1-10

นภาภรณ์ พลายโถ. 2548. ผลของการพรีทรีทเมนต์ที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของกล้วยแผ่น. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ จำนวน 121 หน้า.

ปานเทพ มารศรี. 2551. การวางแผนเชิงกลยุทธ์การดำเนินงานธุรกิจรวบรวมมันเส้นสะอาดของสหกรณ์ การเกษตรเพื่อการตลาดลูกค้า ธ.ก.ส. ชัยภูมิจำกัด. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 20.

ไพศาล ศุภิรัตนกุล. 2547. การศึกษาการอบแห้งชิ้นมันสำปะหลังเพื่อการผลิตแป้งดิบโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบไหลผ่าน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 108 หน้า

วิฑูรย์ องอาจ และ พงษ์วริศ ไพรวินทร์. 2554. การตากแห้งมันสำปะหลังเส้นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 120 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. รายงานข้อมูลผลผลิต ปี 2555. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www2.oae.go.th/mis/Forecast/02_journal/forecast3-2555.pdf. (10 พฤษภาคม 2555)

Doymaz, I. 2005. Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. Journal of Food Engineering 71: 403–407.

Leeratanarak, N., S. Devahastin, N. Chiewchan. 2005. Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying techniques. Journal of Food Engineering 77: 635-643.

Tunde-Akintunde, T.Y. and A.A. Afon. 2009. Modeling of hot-air drying of pre-treated cassava chips. The CIGR E-journal. Agricultural Engineering International 12: 34-41.