

การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการอบแห้งยางแท่งด้วยลมร้อนและไมโครเวฟ

Preliminary study on hot air and microwave drying of block rubbers

คำเนิง วาทยธา¹ และเฉลิมขวัญ อริยะวงษ์¹

Cumnueng Watyotha¹ and Chaloeamkwan Ariyawong¹

Abstract

A 500 g of block rubbers with 20 cm of diameter and 2.5 cm of height, and initial moisture contents of 36.9 %wet basis was dried to final moisture content 0.8 %wet basis. A hot air drying was applied temperatures of 100 110 and 120 °C and air velocity was a constant of 1 m/s. The results show the moisture contents were rapidly decreased at the first 30 minutes, then that slowly decreased. The average rubber temperatures were 85.6, 97.4 and 109.9 °C corresponding on drying times were 180, 120 and 105 minutes, respectively. Under microwave environment, the microwave power cycle on/off at 800 watts was applied. The moisture content was rapidly decreased at the first 20 minutes. An average rubber temperature was 100.5 °C and drying time was 48 minutes. The microwave drying could reduce drying time of 73, 60 and 54% comparing with hot air drying at temperature 100, 110 and 120°C, respectively.

Keywords: block rubbers, hot air drying, microwave drying

บทคัดย่อ

การศึกษากการอบแห้งยางแท่งหนัก 500 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 36.9 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เพื่อลดความชื้นเป็น 0.8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 100 110 และ 120 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที พบว่าการลดลงของความชื้นในช่วง 30 นาทีแรกเป็นไปอย่างรวดเร็ว และหลังจากนั้นความชื้นลดลงอย่างช้าๆ โดยอุณหภูมิของยางแท่งเป็น 85.6 97.4 และ 109.9 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับเวลาอบแห้งนาน 180 120 และ 105 นาที ตามลำดับ และเมื่อให้พลังงานไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ เปิด-ปิดเป็นระยะ พบว่าการลดลงของความชื้นใน 20 นาทีแรกเป็นไปอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิยางแท่งเฉลี่ย 100.5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบแห้งรวม 48 นาที การอบแห้งด้วยไมโครเวฟสามารถลดเวลาได้ 73 60 และ 54 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 110 และ 120 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

คำสำคัญ: ยางแท่ง การอบลมร้อน การอบแห้งด้วยไมโครเวฟ

คำนำ

ยางแท่งเป็นยางธรรมชาติชนิดระบุคุณภาพมาตรฐาน ซึ่งเป้าหมายสำคัญของการพัฒนายางชนิดนี้คือ เพื่อแข่งขันกับยางสังเคราะห์ และไทยเริ่มมีการพัฒนาเมื่อปี พ.ศ. 2511 ภายใต้ชื่อ TTR (Thai Tested Rubber) ต่อมาในปี พ.ศ. 2539 จึงได้เปลี่ยนเป็น STR (Standard Thai Rubber) มีทั้งหมด 8 ชนิด คือ STR XL, STR 5L, STR 5, STR 10, STR 20, STR 5CV, STR 10CV และ STR 20CV (วารสาร, 2549) ยางแท่งที่ส่งออกและใช้ในประเทศมากที่สุด คือ ชนิด STR 20 ผลิตจากยางก้นด้วยยางแผ่น และเศษยาง นำไปใช้ในการผลิตยางยานยนต์เป็นหลัก ยางแท่งที่ส่งออกและใช้ในประเทศเป็นอันดับรองลงมา คือ ชนิด STR 5CV และ STR 5L ผลิตจากน้ำยางสด นำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแต่งสีสัน ในปี พ.ศ. 2549 ยางแท่งมีปริมาณผลิตรวม 1.19 ล้านตัน นับเป็นปริมาณมากที่สุดของผลิตภัณฑ์ยางดิบ (สถาบันวิจัยยาง, 2549)

การอบแห้งในการผลิตยางแท่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพและสิ้นเปลืองพลังงานมาก (Verhaar, 1973) โรงงานผลิตยางแท่งของไทยนิยมใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบอุโมงค์ มีชุดพัดลมทำหน้าที่ดูดอากาศร้อนจากห้องเผาไหม้เชื้อเพลิง และเป่าให้หมุนเวียนผ่านชั้นของยางแท่งที่บรรจุอยู่ในกระบะของรถเข็นหนา 30 เซนติเมตร จัดการการอบแห้งเป็นแบบสองชั้นตอน คือ ชั้นแรกใช้อุณหภูมิ 120-130 องศาเซลเซียส ชั้นที่สองใช้อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส (วิชัย, 2549) ในขั้นตอนแรกมีการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นจึงลดลงอย่างช้าๆ ในขั้นตอนที่สอง อุณหภูมิในชั้นยางมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 95 –

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002

¹ Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

110 องศาเซลเซียส และผลผลิตสุดท้ายมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (สุภวรรณ และคณะ, 2548) แบบจำลองสามารถทำนายการอบแห้งแบบสองขั้นตอนได้ใกล้เคียงกับผลการทดลอง และมีความคลาดเคลื่อนพลังงานความร้อนน้อยสุดเป็น 22.9 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย (เป็ยพงส์ และวีรยุทธ, 2549)

แม้ว่านักวิชาการและผู้ประกอบการดังกล่าวข้างต้นมีความรู้ความสามารถในการอบแห้งยางแท่งมากแล้ว แต่อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนพลังงานความร้อนในการอบแห้งยังนับว่ามีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนในการระเหยน้ำทางทฤษฎี ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งยางแท่งด้วยไมโครเวฟ เพื่อประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ก้อนยางดิบที่จัดซื้อจากโรงงานผลิตยางแท่งในจังหวัดระยอง มีความชื้นเริ่มต้น 34 – 39 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ถูกตัดแต่งให้เป็นแท่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร หน้า 2.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 500 กรัม นำยางแท่งจำนวน 9 ชิ้น ไปอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน ที่อุณหภูมิความร้อน 100 – 120 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที ในช่วง 90 นาทีแรกของการอบแห้งทำการบันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิยางทุกๆ 15 นาที จากนั้นทำการบันทึกทุกๆ 30 นาที จนเสร็จสิ้นการทดลองเมื่อน้ำหนักของยางเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 0.1 กรัม และนำยางแท่งอีกจำนวน 3 ชิ้น ไปอบด้วยเตาไมโครเวฟแบบครัวเรือนที่ระดับกำลัง 800 วัตต์ เปิดให้ไมโครเวฟ 8 นาที บันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิยาง เปิดให้ไมโครเวฟ 4 นาที บันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิยาง เปิดให้ไมโครเวฟ 6 นาที บันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิยาง คอยให้อุณหภูมิลดลงเป็น 95 องศาเซลเซียส เปิดให้ไมโครเวฟ 2 นาที บันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิยาง และคอยให้อุณหภูมิลดลงเป็น 95 องศาเซลเซียส เปิดให้ไมโครเวฟ 2 นาที บันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิยาง ทำสลับเช่นนี้ไปจนเสร็จสิ้นการทดลอง ยางแท่งทั้งหมดที่ผ่านการทดลองแล้วถูกนำไปอบเพื่อหามวลแห้งด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 14 ชั่วโมง

ผล

การอบยางแท่งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (Figure 1) พบว่าในช่วง 30 นาทีแรกความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วจากนั้นลดลงช้าๆ และหลังจากที่ 90 ลดลงช้ามากจนถึงความชื้น 0.8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ใช้เวลาอบแห้ง 180 นาที และทำนองเดียวกันอุณหภูมิของยางในช่วง 15 นาทีแรก เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อุณหภูมินับตั้งแต่นาทีที่ 30 ถึงสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยเป็น 85.6 องศาเซลเซียส

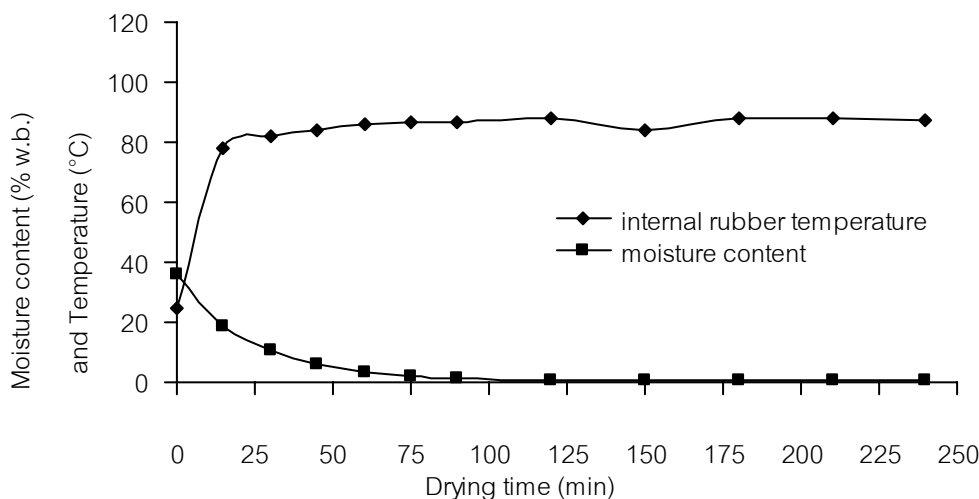


Figure 1 The results of hot air drying of block rubbers at 100 °C

การอบยางแท่งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส (Figure 2) พบว่าในช่วง 30 นาทีแรกความชื้นลดลงรวดเร็วขึ้นเล็กน้อยจากนั้นยังคงลดลงช้าๆ และหลังจากที่ 75 ลดลงช้ามากจนถึงความชื้น 0.8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก รวมใช้เวลาอบแห้ง 120 นาที ทำนองเดียวกันอุณหภูมิของยางในช่วง 15 นาทีแรกเพิ่มรวดเร็วยิ่งขึ้น และอุณหภูมินับตั้งแต่นาทีที่ 30 ถึงสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยเป็น 97.4 องศาเซลเซียส

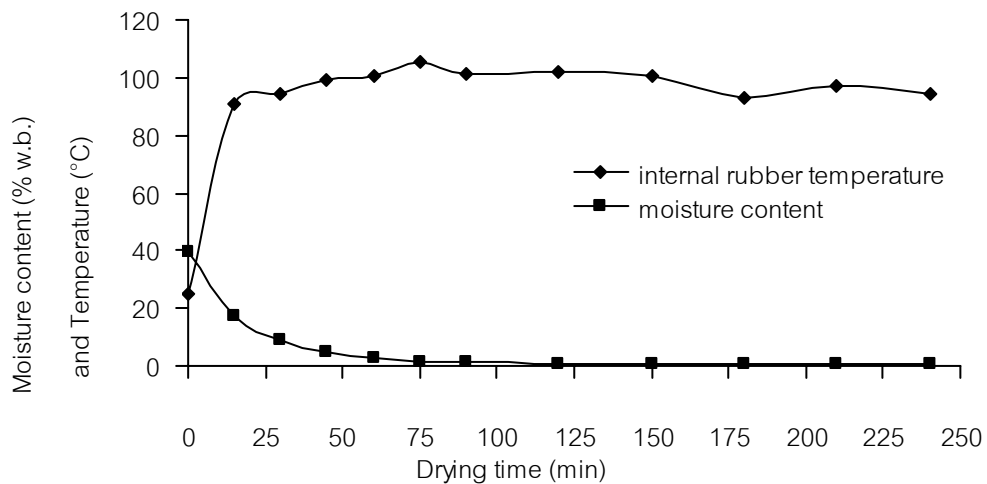


Figure 2 The results of hot air drying of block rubbers at 110 °C

การอบยางแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส (Figure 3) พบว่าความชื้นในช่วง 30 นาทีแรกลดลงรวดเร็วมากที่สุด จากนั้นลดลงช้าๆ จนถึงความชื้น 0.8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก รวมใช้เวลาอบแห้ง 105 นาที และอุณหภูมิของยางในช่วง 15 นาทีแรกเพิ่มรวดเร็วมากที่สุด อุณหภูมินับตั้งแต่วันที่ 30 ถึงสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยเป็น 109.9 องศาเซลเซียส

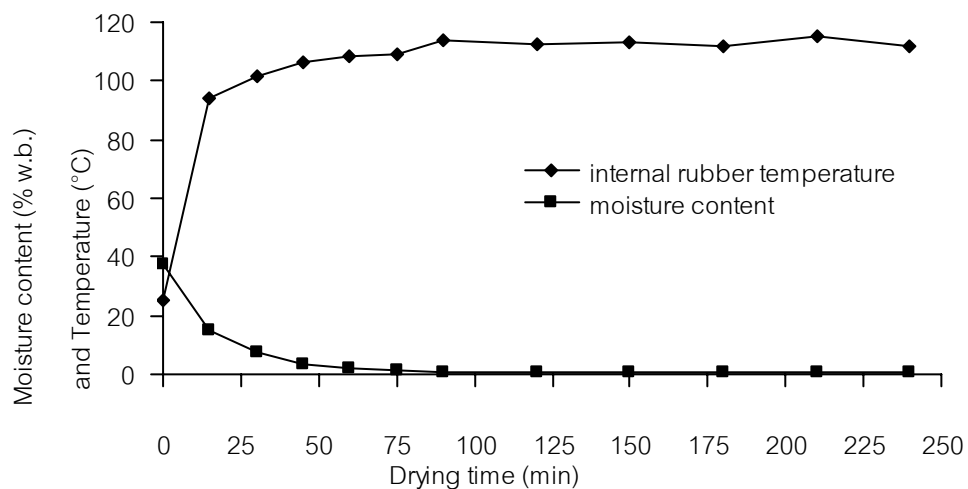


Figure 3 The results of hot air drying of block rubbers at 120 °C

การอบยางแห้งด้วยไมโครเวฟ (Figure 4) พบว่าในช่วง 18 นาทีแรกความชื้นลดลงรวดเร็วมาก จากนั้นลดลงช้าๆ จนถึงความชื้น 0.8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก รวมใช้เวลาอบแห้ง 48 นาที ทำนองเดียวกันอุณหภูมิของยางในช่วง 18 นาทีแรกเพิ่มขึ้นรวดเร็วมาก จากนั้นมีค่าขึ้นลงในช่วงประมาณ 95 – 110 องศาเซลเซียส และอุณหภูมินับตั้งแต่วันที่ 12 ถึงสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยเป็น 100.5 องศาเซลเซียส เวลาการอบแห้งยางแห้งด้วยไมโครเวฟน้อยกว่าเวลาการอบแห้งยางแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 110 และ 120 องศาเซลเซียส คิดเป็น 132 72 และ 57 นาที ตามลำดับ

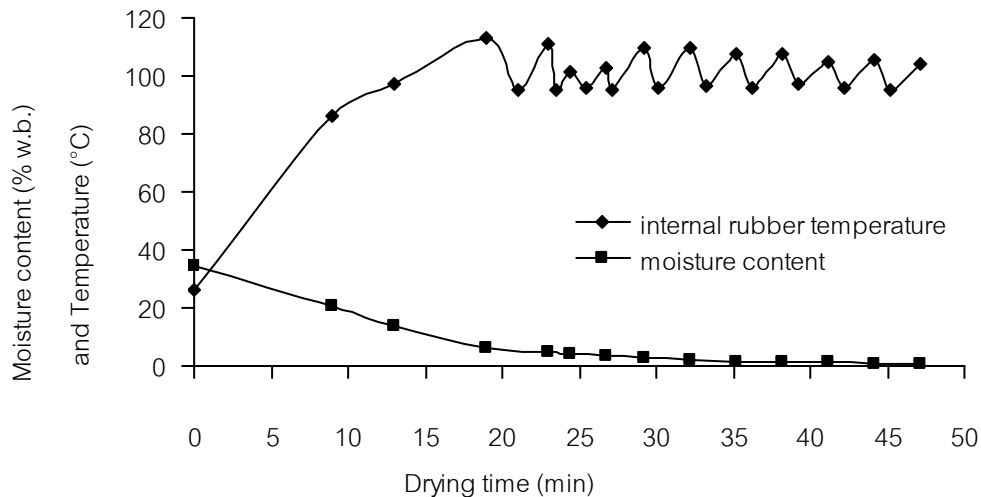


Figure 4 The results of microwave drying of block rubbers

วิจารณ์ผล

ในการอบแห้งยางแท่งด้วยลมร้อน (Figure 1-3) เมื่ออุณหภูมิลมร้อนเพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นลดลงเร็วขึ้น และใช้เวลาในการอบแห้งสั้นลง เนื่องจากสามารถถ่ายเทความร้อนให้ยางมีอุณหภูมิภายในสูงขึ้นซึ่งจะเร่งการแพร่กระจายความชื้นภายในเนื้อยางออกสู่ผิวของชิ้นยางเร็วขึ้น กอปรกับลมร้อนที่อุณหภูมิสูงจะมีความสามารถพาความชื้นที่ผิวออกไปได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิลมร้อนสูงถึง 120 องศาเซลเซียส ทำให้ยางมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยสูงถึง 110 องศาเซลเซียส เนื้อยางที่ได้เหนียวเหนอะเพราะเกิดการออกซิเดชัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของสุวรรณ และคณะ (2548) ดังนั้นอุณหภูมิลมร้อนที่เหมาะสมจึงเป็น 110 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ใช้ในโรงงานผลิตยางแท่งและในรายงานการวิจัยที่มีมาก่อน อุณหภูมิภายในของยางแท่งอยู่ในช่วง 95 – 110 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยประมาณ 100 องศาเซลเซียส

การอบแห้งด้วยการใช้พลังงานไมโครเวฟสลับกับการพัก สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในของยางแท่งให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้ (Figure 4) นอกจากไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อยางแล้ว ยังทำให้ความชื้นลดลงได้รวดเร็วกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนที่ทุกอุณหภูมิอีกด้วย ทั้งนี้เพราะไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนขึ้นจากภายในชิ้นยางจึงเร่งการแพร่กระจายความชื้นจากภายในออกสู่ผิวนอกได้ดีกว่า ขณะที่การอบแห้งด้วยลมร้อนการแลกเปลี่ยนความร้อนจะเกิดขึ้นที่ผิวนอกแล้วจึงนำสู่ภายในจึงเร่งการแพร่กระจายความชื้นได้ช้ากว่า และผิวนอกของชิ้นยางที่แห้งแล้วยังเปลี่ยนแปลงสมบัติเป็นฉนวนมากขึ้นอีกด้วย ความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งยางแท่งด้วยไมโครเวฟครั้งนี้เป็น 9.3 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย

สรุป

การอบแห้งยางแท่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร หนัก 500 กรัม ด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิลมร้อนเพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นลดลงเร็วขึ้น แต่ลมร้อนอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสมีความเหมาะสมมากที่สุด การอบแห้งด้วยไมโครเวฟที่ระดับกำลัง 800 วัตต์ สามารถลดความชื้นได้รวดเร็วและใช้เวลาอบแห้งน้อยกว่าการอบด้วยลมร้อนที่ทุกอุณหภูมิ

เอกสารอ้างอิง

- วารสาร ไร่ไทยกุล. 2549. ยางธรรมชาติ: การผลิตและการใช้งาน. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโน ดีไซน์. กรุงเทพฯ. น. 68-82.
- สถาบันวิจัยยาง. 2549. ปริมาณการผลิตยางแท่ง. <http://www.www.rubberthai.com>
- Verhaar, G. 1973. Processing of natural rubber. Food and agriculture organization of the united nations. Rome. p. 83-106.
- วิชัย กิตติพล. กระบวนการผลิตยางแท่ง [สัมภาษณ์]. ผู้จัดการสาขา บมจ.ไทยอ้อยยางพารา อ.แกลง จ.ระยอง. 6 ธันวาคม 2549.
- สุวรรณ ภูธรวิชัยกุล, ปิ่นพงศ์ คงชนะ, ยุธนา ภูธรวิชัยกุล และสมบุญ วรคุณิคุณชัย. 2548. การศึกษาความเป็นไปได้เทคนิคในการอบแห้งยางดิบเพื่อผลิตยางแท่ง เอส ที อาร์ 20. รายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19. 19-21 ตุลาคม 2548. กูเกิ้ล. 6 น.
- ปิ่นพงศ์ ม่วงมณี และวีรยุทธ ลิ้มสกุล 2549. แนวทางการอบแห้งยางแท่ง เอส ที อาร์ 20. โครงการนักศึกษาระดับปริญญาตรี. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 8 น.