

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จได้ ต้องขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนการทำวิจัยประจำปีงบประมาณ 2557

รุจิรา ตาปราบ

พฤษภาคม 2558



รช
ว 619ก
2558

b.....	12695555
i.....	

สงวนลิขสิทธิ์
เลขทะเบียน..... T137664
วันที่ตีพิมพ์ 30.ค. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการพิมพ์ซ้ำหรือการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อโครงการวิจัย การวิเคราะห์เทอร์โมไดนามิกส์ของกระบวนการทำแห้งด้วยลมร้อน
และแบบเยือกแข็ง

แหล่งเงินทุนวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงิน 25,000 บาท

ชื่อหน่วยงาน คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาว รุจิรา ตาปราบ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ใช้วัตถุดิบสามชนิด ได้แก่ ใบเตย ดอกอัญชันและดอกกระเจี๊ยบแดง เป็นตัวอย่างในการทดลอง ทำการอบแห้งด้วยลมร้อนสามระดับอุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส จดบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างทุกๆ ชั่วโมงและตรวจวัดค่าสีของตัวอย่างแห้งด้วยเครื่องโครมามิเตอร์ แสดงผลเป็นค่า L ค่า a และ ค่า b และตรวจสอบความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนความชื้นด้วยรูปแบบของสมการอาร์เรเนียส พบว่า ค่าพลังงานกระตุ้น (E_a) ของใบเตยมีค่าเท่ากับ 6.23×10^4 ถึง 6.39×10^4 kJ/mol, ดอกอัญชัน 6.11×10^4 ถึง 6.23×10^4 kJ/mol และ ดอกกระเจี๊ยบแดง 4.28×10^4 ถึง 4.38×10^4 kJ/mol ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีของวัตถุดิบในระบบ CIE ($L^* - a^* - b^*$) พบว่า ใบเตยหลังการอบแห้ง มีค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$ value) สูงขึ้น ค่าความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$ value) ของดอกอัญชันแห้งมีค่าสูงขึ้นตามอุณหภูมิการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นสีแดง ($+a^*$ value) ในดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในทุกอุณหภูมิของการอบแห้ง

คำสำคัญ เทอร์โมไดนามิกส์ พลังงาน การอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title Thermodynamics Analyses of Conventional Drying and Freeze-Drying
Researcher Miss Ruchira Taprap
Faculty Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang

ABSTRACT

Three kinds of sample i.e. Pandanus leaves, Butterfly pea's flowers and Roselles were selected and being dried at three different drying temperatures (50°C, 60°C, 70°C). During the experiment, the weight of sample was recorded every 1 hour until it was constant and also the physical property of material was examined before and after drying. The data was analyzed by using Arrhenius equation. The result showed that the activation energy for drying of Pandanus leaf, Butterfly pea's flowers and Roselles were found to be 6.23×10^4 to 6.39×10^4 kJ/mol, 6.11×10^4 to 6.23×10^4 kJ/mol and 4.28×10^4 to 4.38×10^4 kJ/mol, respectively. The color value of material in CIE ($L^*a^*b^*$) shows that the Pandanus leaves after drying had the a^* value higher than before drying. The b^* value of dried Butterfly pea's flowers increase, while the drying temperature increase. The a^* value of dried Roselles does not change according to the drying temperature.

Keywords: thermodynamics, energy and drying

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญรูป	iii
1. บทนำ	1
1.1. ความสำคัญและที่มา	1
1.2. วัตถุประสงค์	1
2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	1
2.1 การวิเคราะห์เทอร์โมไดนามิกส์สำหรับการอบแห้ง	2
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	3
3.1 วัสดุดิบ	3
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	3
3.3 วิธีการทดลอง	4
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	4
4.1 การทำแห้งแบบด้วยลมร้อน	4
4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของใบเตย	7
4.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของดอกอัญชัน	10
4.4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของดอกกระเจี๊ยบแดง	12
5. สรุปผลการทดลอง	14
บรรณานุกรม	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งใบเตย	4
4.2. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งดอกอัญชัน	5
4.3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งดอกกระเจี๊ยบแดง	5
4.4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมธรรมชาติของอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งใบเตย	6
4.5. ความสัมพันธ์อัตราส่วนความชื้นกับเวลาของการอบแห้งดอกอัญชัน	6
4.6. ความสัมพันธ์ระหว่าง ลอการิทึมธรรมชาติของอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งดอกกระเจี๊ยบแดง	7
4.7. การเปลี่ยนแปลงสีของใบเตยเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส	8
4.8. การเปรียบเทียบสีทางกายภาพของใบเตยที่อุณหภูมิต่างๆ	9
4.9. การเปลี่ยนแปลงสีของดอกอัญชันที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส	10
4.10. การเปรียบเทียบสีทางกายภาพของดอกอัญชันที่อุณหภูมิต่างๆ	11
4.11. การเปลี่ยนแปลงสีของดอกกระเจี๊ยบแดงที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส	12
4.12. การเปรียบเทียบสีทางกายภาพของดอกกระเจี๊ยบแดงที่อุณหภูมิต่างๆ	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการแปรรูปอาหาร ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนหรือใช้ความเย็นก็ต้องมีการใช้พลังงานแทบทั้งสิ้นการทำสมดุลพลังงานตามกฎข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์เป็นสิ่งจำเป็นของกระบวนการวิเคราะห์พลังงาน โดยที่พลังงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารนั้นส่วนใหญ่เป็นพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนของกระบวนการผลิตได้ แนวคิดการวิเคราะห์เทอร์โมไดนามิกส์ของกระบวนการแปรรูปต่างๆ สามารถระบุหน่วยปฏิบัติการย่อยของกระบวนการผลิตว่าหน่วยใดมีการสูญเสียพลังงานมากหรือน้อยเพียงใดได้ ซึ่งจะนำไปสู่การหามาตรการในการประหยัดพลังงานได้

กระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็งนั้นเป็นกระบวนการที่มีมูลค่าที่ค่อนข้างแพง ระยะเวลาของการทำแห้งใช้เวลานานกว่ากระบวนการทำแห้งด้วยวิธีปกติ (conventional drying) แต่ก็มีข้อดีคือผลิตภัณฑ์คงสภาพรวมทั้งสีและกลิ่น การนำมาคืนรูปสามารถทำได้ดีเพราะโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ไม่ได้ถูกทำลาย การเก็บรักษาเก็บได้ยาวนานขึ้น สำหรับขั้นตอนของการทำแห้งแบบเยือกแข็งนี้มีขั้นตอนที่สำคัญคือการทำให้น้ำที่อยู่ในรูปของแข็งในผลิตภัณฑ์ให้ระเหิดเป็นไอ ในขั้นตอนนี้ต้องใช้อุณหภูมิและความดันที่พอเพียงในการทำแห้งซึ่งจะขึ้นกับชนิด ขนาด องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีแนวคิด เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำแห้งด้วยลมร้อนและแบบเยือกแข็ง ส่วนวัตถุประสงค์สำหรับการทดลอง จะเป็นผลผลิตที่หาได้ไม่ยาก มีตลอดฤดูกาลและสามารถใช้เป็นประโยชน์ในแง่สมุนไพรได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อทำการวิเคราะห์เทอร์โมไดนามิกส์ของกระบวนการทำแห้ง
2. เพื่อหาเงื่อนไขของกระบวนการทำแห้งที่เหมาะสมกับผลิตผลทางการเกษตร

2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันกระบวนการอบแห้งมีหลายแบบเช่นการอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (conventional drying) การทำแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เซชัน (fluidization drying) การทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze drying) ซึ่งแบบหลังนี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงแต่ได้ผลิตภัณฑ์ที่ยังคงความสดและคงรูปร่างได้ดี. ไม่ว่าการทำแห้งจะแบบใดก็ตามต้องมีการใช้พลังงานในกระบวนการเหล่านี้เสมอ แนวคิดการวิเคราะห์พลังงานและควบคู่กับการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีเป็นกลยุทธ์หนึ่งของการประหยัดพลังงาน โดยที่ได้อาศัยกฎข้อที่หนึ่งและกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ ได้มีนักวิจัยหลายคนที่น่าเอาแนวคิดการวิเคราะห์เอ็กเซอร์ยีมาใช้ในกระบวนการอบแห้ง เช่น Corzo et al (2008) ได้ใช้การวิเคราะห์พลังงานและเอ็กเซอร์ยีของกระบวนการทำแห้งแบบชั้นบางของฝัก coroba โดยได้ใช้นิยามของ energy utilization (EU) และใช้นิยามของ energy utilization ratio (EUR) ของอุปกรณ์ทำแห้ง และปรับระดับการอบแห้งของอุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 71 °C 82 °C และ 93 °C ปรับความเร็วของลม 3 ระดับ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเอ็กเซอร์ยีเข้าและออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์ที่ระดับอุณหภูมิและความเร็วลมต่างๆ ผลการทดลองสามารถ บอกสภาวะที่เหมาะสมของการทำแห้งตัวอย่างได้ดี ในขณะที่ทำการทดลอง นักวิจัยได้วางแผนเก็บข้อมูลการทำแห้งของผลิตภัณฑ์และศึกษาคุณลักษณะการอบแห้งของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ เช่นกรณีศึกษาของนักวิจัย Doyaz and Ismail (2011) พวกเขาได้ศึกษา drying characteristic ของลูกเชอร์รี่หวานโดยทำการทดลองเปรียบเทียบผลการทดลองกับแบบจำลองของ Henderson and Pabis ที่ระบุว่า $MR = a \exp(-kt)$ และแบบจำลองของ Lewis ที่เขียนเป็นความสัมพันธ์ดังนี้ $MR = \exp(-kt)$ ซึ่งจะเห็นว่าทั้งสองโมเดลนี้มีความใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้พวกเขายังได้ใช้โมเดลของ Page โมเดลของ Logarithmic เป็นต้น จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น ยังพบว่าข้อมูลจากการทดลองสามารถสร้างความสัมพันธ์ของการอบแห้งที่มีระดับอุณหภูมิต่างๆกันได้ด้วยความสัมพันธ์แบบ Arrhenius ได้นอกจากนี้ยังมีกลุ่มนักวิจัยของจีนคือ Liu et al. (2008) ได้ทำการศึกษาเอ็กเซอร์ยีของการทำแห้งแบบเยือกแข็ง แต่พวกเขาได้ใช้วิธีเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เทอร์โมไดนามิกส์ของกระบวนการอบแห้งแบบเยือกแข็ง โดยใช้พีชที่เป็นสมุนไพรรักษาของไทย และศึกษาคุณลักษณะการอบแห้งของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเหล่านี้

2.1 การวิเคราะห์เทอร์โมไดนามิกส์สำหรับการอบแห้ง

การวิเคราะห์กฎข้อที่ 1 และ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์ได้นำมาประยุกต์สำหรับกระบวนการอบแห้งดังนี้

2.1.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency Analysis)

ในระหว่างกระบวนการลดความชื้นในตู้อบแห้ง ความร้อนที่ใช้คำนวณได้จากสมการ

$$Q_{dc} = \dot{m}_{da}(h_{dci@T} - h_{dco@T}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

พลังงานที่นำมาใช้จากตัวเก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถหาขนาดของรังสีแสงอาทิตย์ โดยใช้สมการดังนี้

$$Q_c = \dot{m}_{da}c_{pda}(T_{co} - T_{ci}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ในระหว่างกระบวนการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถหาอัตราส่วนการใช้พลังงานของตู้อบแห้งได้จาก

$$EUR_{dc} = \frac{\dot{m}_{da}(h_{dci@T} - h_{dco@T})}{\dot{m}_{da}c_{pda}(T_{co} - T_{ci})} \quad \dots\dots\dots (3)$$

2.1.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเอ็กเซอร์ยี (Exergetic Efficiency Analysis)

การคำนวณค่าเอ็กเซอร์ยี จะใช้หลักการทำงานของสมดุลพลังงานด้วยกฎเทอร์โมไดนามิกส์

ข้อที่ 2 เนื่องจากเป็นการใช้รูปแบบทั่วไปในการประยุกต์ใช้สมการเอ็กเซอร์ยีสำหรับระบบการไหลที่คงตัวโดยใช้สมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารของงานวิจัยบริการวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\dot{E}x = \bar{c}_{pda} \left[(T - T_{\infty}) - T_{\infty} \ln \frac{T}{T_0} \right] \dots\dots\dots (4)$$

สำหรับเอ็กเซอร์ยีที่ไหลเข้าตู้อบแห้ง

$$\dot{E}x_{dci} = c_{pda} \left[(T_{dci} - T_{\infty}) - T_{\infty} \ln \frac{T_{dci}}{T_0} \right] \dots\dots\dots (5)$$

สำหรับเอ็กเซอร์ยีที่ไหลออกจากตู้อบแห้ง

$$\dot{E}x_{dco} = c_{pda} \left[(T_{dco} - T_{\infty}) - T_{\infty} \ln \frac{T_{dco}}{T_0} \right] \dots\dots\dots (6)$$

อย่างไรก็ตามเอ็กเซอร์ยีที่สูญเสียตลอดกระบวนการ กำหนดโดยสมการ

$$\text{Exergy loss} = \text{Exergy inflow} - \text{Exergy outflow} \quad (7)$$

ประสิทธิภาพเอ็กเซอร์ยีติก (exergetic efficiency) สามารถกำหนดเป็นอัตราส่วนของการใช้เอ็กเซอร์ยีในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ โดยการอบแห้งของอากาศที่ส่งมาจากระบบ อย่างไรก็ตามสามารถอธิบายอัตราส่วนของเอ็กเซอร์ยีไหลเข้าจนถึงเอ็กเซอร์ยีไหลออกของตู้อบแห้ง เมื่อพิจารณาจากข้อกำหนดข้างต้นประสิทธิภาพเอ็กเซอร์ยีติกของตู้อบแห้งสามารถคำนวณค่าได้ ฉะนั้นรูปแบบทั่วไปของประสิทธิภาพเอ็กเซอร์ยีติกเขียนได้ดังนี้

$$\text{Exergetic efficiency} = \frac{\text{Exergy outflow}}{\text{Exergy inflow}} \dots\dots\dots (8)$$

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1. วัสดุดิบ

1. ใบเตย
2. ดอกอัญชัน
3. ดอกกระเจี๊ยบแดง

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบเป็นชั้น (Tray dryer)
2. เครื่องวัดคุณภาพสี (Chroma meter) รุ่น CR-400
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง
5. เตาอบ (Hot Air Oven)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

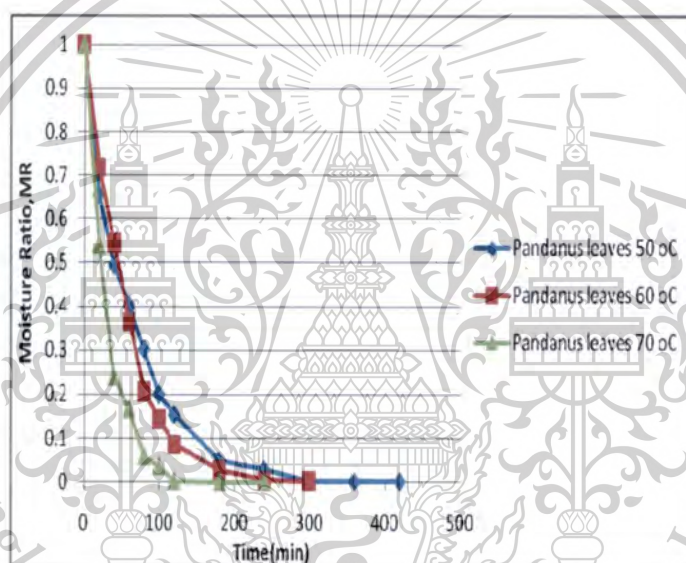
3.3 วิธีการทดลอง

เตรียมวัตถุดิบหลายชนิดที่มีสารสีธรรมชาติ สีเขียว สีม่วงและสีแดง เช่น ใบเตย ดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบแดง ศึกษาเงื่อนไขของการทำแห้งได้แก่การทำแห้งด้วยลมร้อน ที่ 3 ระดับอุณหภูมิคือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส และการทำแห้งแบบเยือกแข็ง เก็บข้อมูลได้แก่ เวลา น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการทำแห้ง

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทำแห้งแบบด้วยลมร้อน

จากการทดลอง นำวัตถุดิบทั้งสามชนิด ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน ที่ 3 ระดับอุณหภูมิ บันทึกน้ำหนัก ของตัวอย่างขณะทำการทดลอง แสดงผลในภาพที่ 4.1-4.3



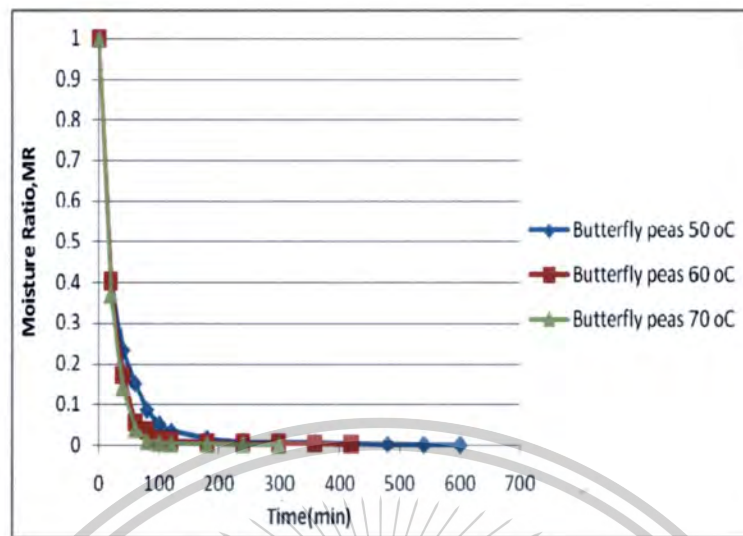
ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งใบเตย

จากภาพที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาการอบแห้งของใบเตย ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้กราฟในลักษณะเป็นเส้นโค้ง จะพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่เวลา 240 นาที และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0291 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่เวลา 180 นาที และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0269 และที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความชื้นจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่เวลา 100 นาที และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

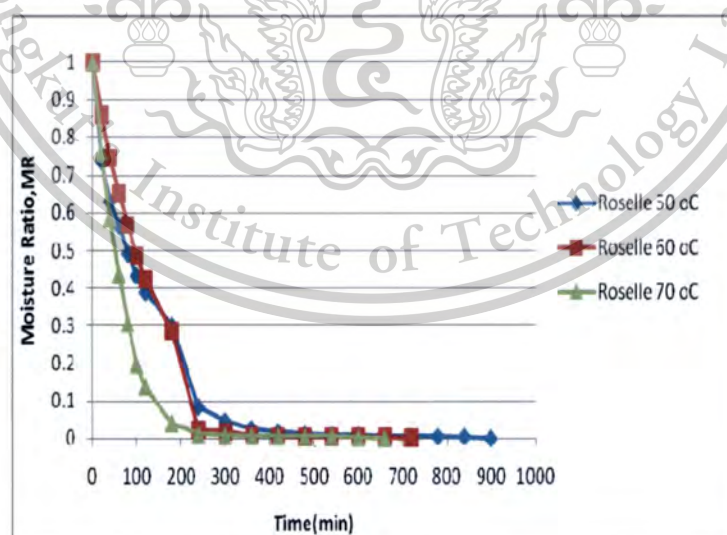
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งดอกอัญชัน

จากภาพที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาการอบแห้งของดอกอัญชันที่อุณหภูมิต่างๆ ได้กราฟในลักษณะเป็นเส้นโค้ง พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่เวลา 180 นาที และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0146 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่เวลา 120 นาที และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0100 และที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความชื้นจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่เวลา 80 นาที และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0091



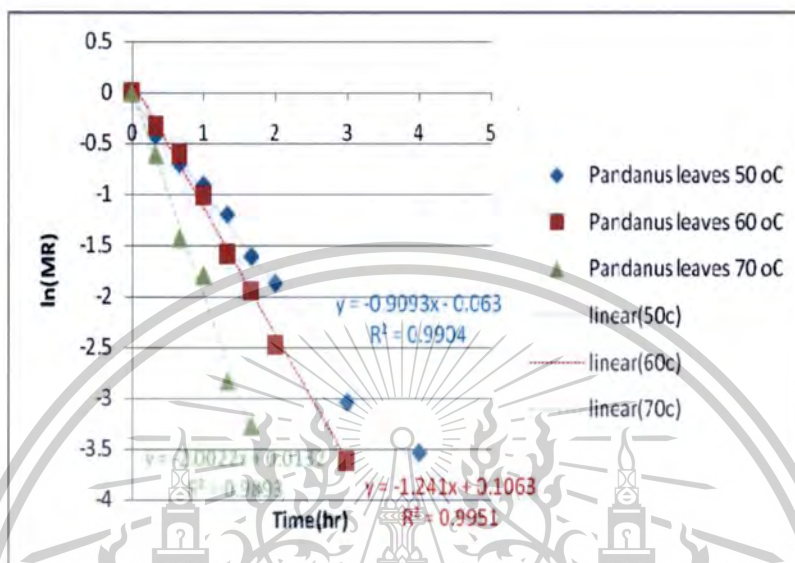
ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นและเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งดอกกระเจี๊ยบแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

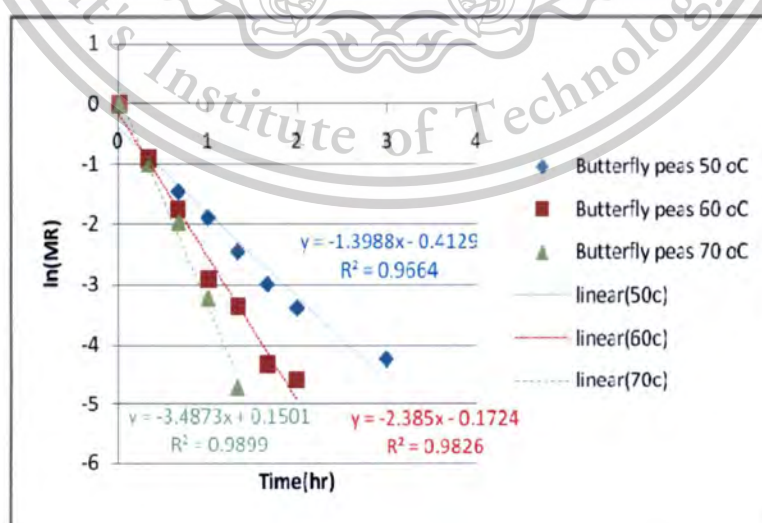
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับการลดลงของความชื้นแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบลดลงโดยใช้ช่วงที่ความชื้นของวัตถุดิบเริ่มคงที่ กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง แสดงในภาพที่ 4.4-4.6 จะได้กราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมธรรมชาติของอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งใบเตย

ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของค่าลอการิทึมธรรมชาติของอัตราส่วนความชื้นกับเวลาการอบแห้งของใบเตย ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความชัน 0.9093 hr⁻¹, 1.241 hr⁻¹ และ 2.0022 hr⁻¹ ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R²) ที่ได้จากกราฟเส้นตรง 0.9904, 0.9951 และ 0.9893 ตามลำดับ



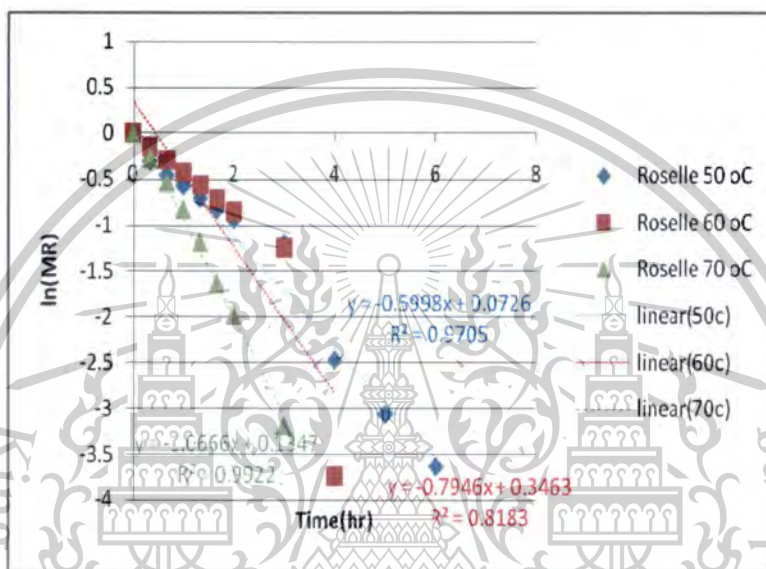
ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์อัตราส่วนความชื้นกับเวลาของการอบแห้งดอกอัญชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ มิฉะนั้นผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิธึมธรรมชาติของอัตราส่วนความชื้นกับเวลา สำหรับการอบแห้งดอกอัญชัน ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความชัน 1.3988 hr^{-1} , 2.385 hr^{-1} และ 3.4873 hr^{-1} ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ที่ได้จากกราฟเส้นตรงเท่ากับ 0.9664, 0.9826 และ 0.9899 ตามลำดับ พบว่าการอบแห้งดอกอัญชันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ผลการทำนายดีที่สุด เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) มาก



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ลอการิธึมธรรมชาติของอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับการอบแห้งดอกกระเจี๊ยบแดง

4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของใบเตย

จากภาพที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของใบเตย ที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 50 องศาความสว่าง (L^*) หลังการอบแห้งมีค่าเท่ากับ 61.808 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น หมายถึง ใบเตยหลังการอบแห้งจะมีสีสว่างมากขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นจาก 6.772 ไปเป็น -15.75 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความสว่าง (L^*) หลังการอบแห้งมีค่าเท่ากับ 56.136 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น หมายถึง ใบเตยหลังการอบแห้งจะมีสีสว่างมากขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก -6.772 ไปเป็น -6.904 และที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความสว่าง (L^*) หลังการอบแห้งมีค่าเท่ากับ 57.346 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น หมายถึง ใบเตยหลังการอบแห้งจะมีสีสว่างมากขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก -6.772 ไปเป็น -6.916

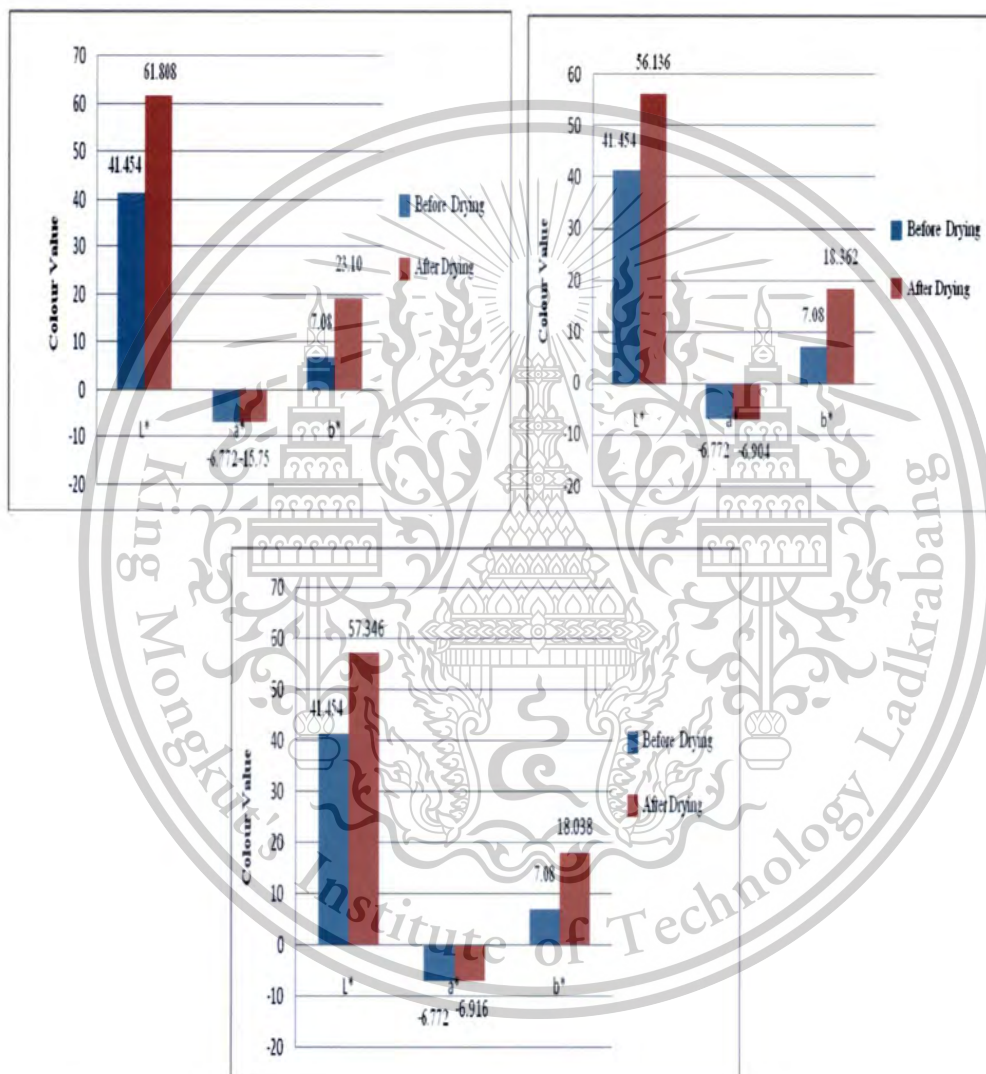
ลักษณะทางกายภาพด้านสีของใบเตยหลังการอบแห้งทุกอุณหภูมิจะมี ค่า L^* หรือค่าความสว่าง จะมีค่าเพิ่มขึ้นในทำนองเดียวกัน ค่าความเป็นสีเขียวของใบเตยแห้งก็มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อสังเกตจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นประโยชน์ของการคัดลอกเอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิอื่นๆ แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีเหลือง (+b*) มีค่าเพิ่มมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับเช่นกัน กล่าวคือ การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะใช้ระยะเวลาในการอบนานกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ใบเตยแห้งมีสีเหลืองมากขึ้น การเปรียบเทียบค่าสีทางกายภาพของใบเตยแสดงดังภาพที่ 4.8

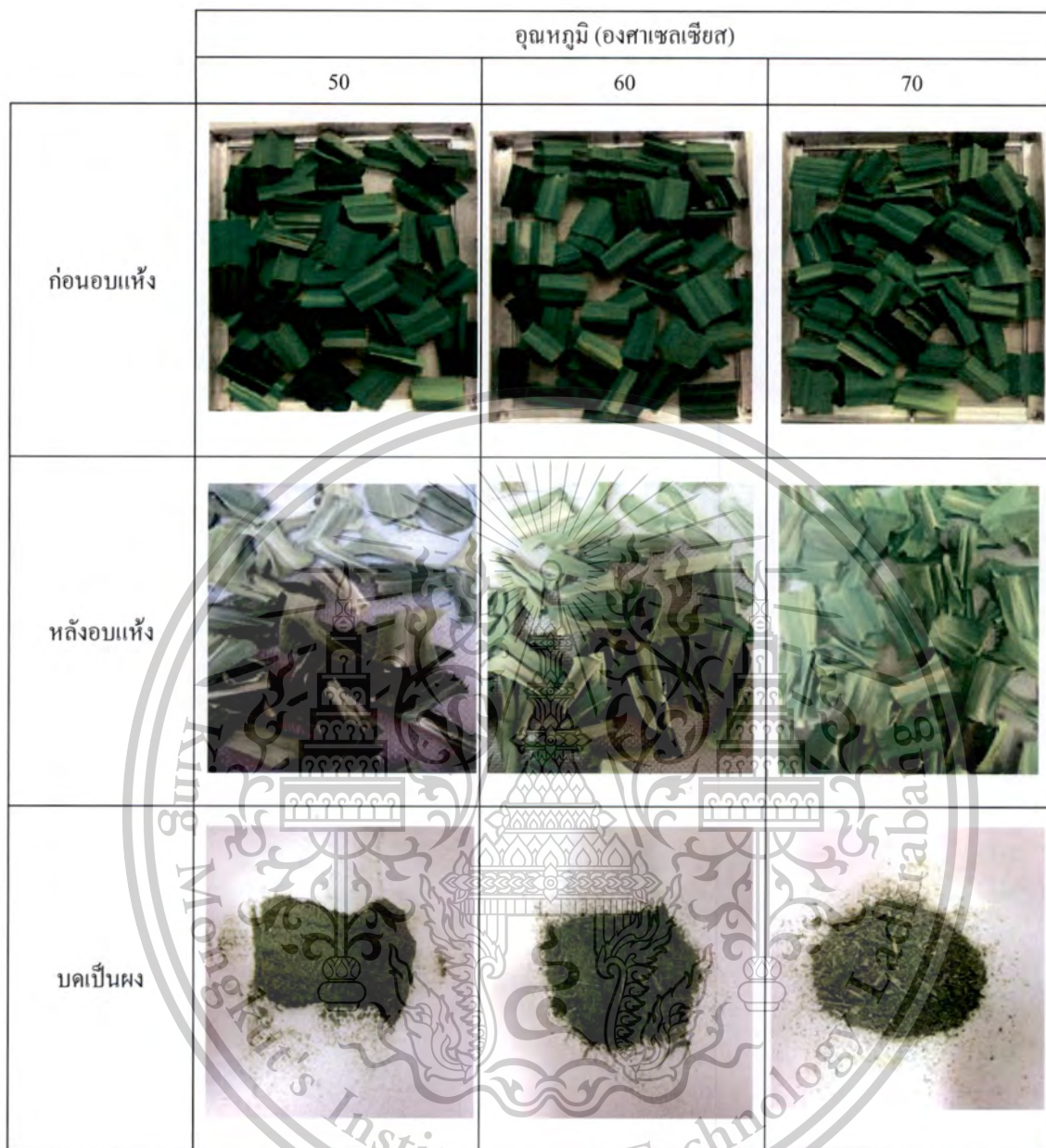


ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงสีของใบเตยเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



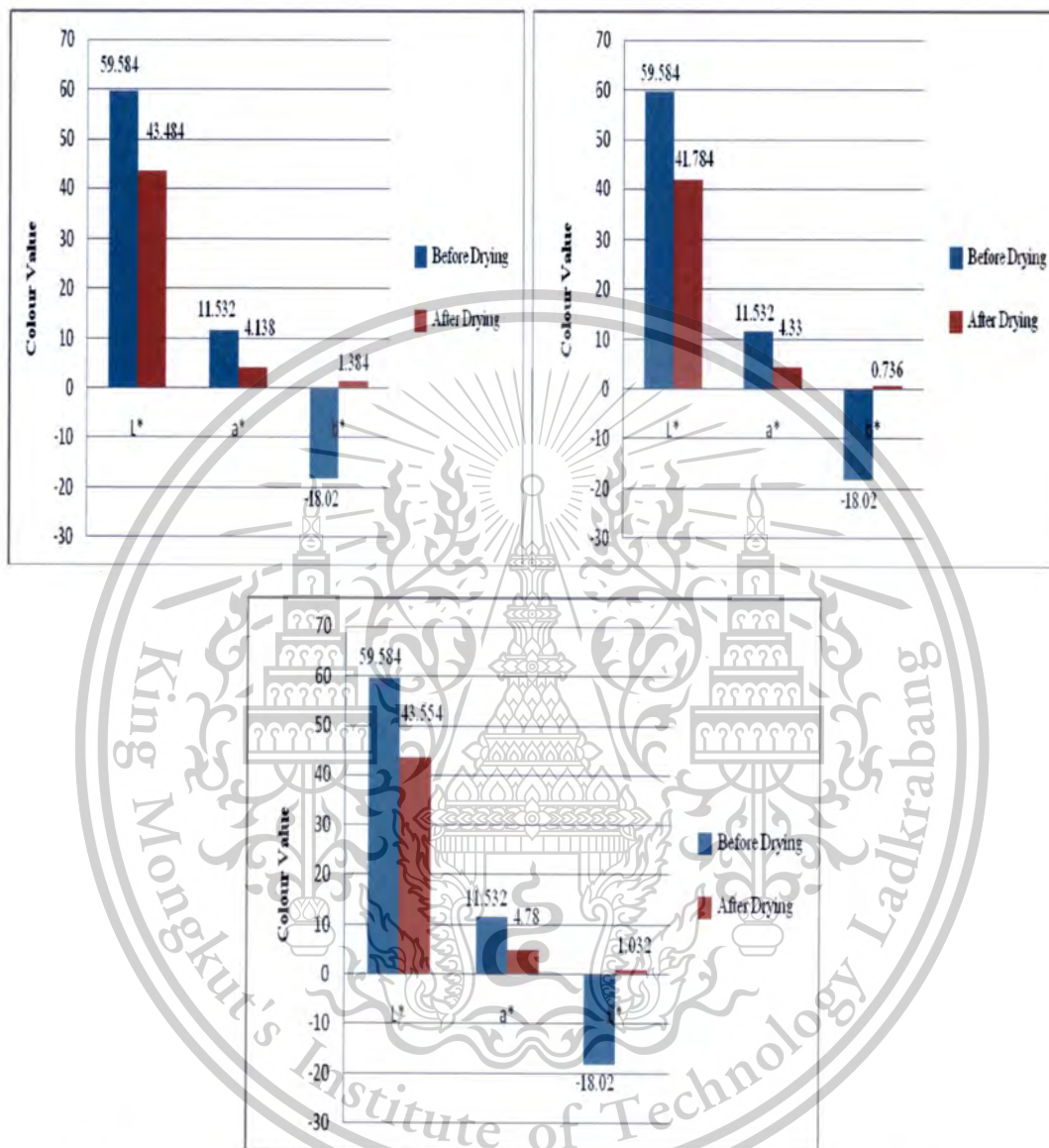
ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบสีทางกายภาพของใบเตยที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของดอกอัญชัน



ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงสีของดอกอัญชันที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส

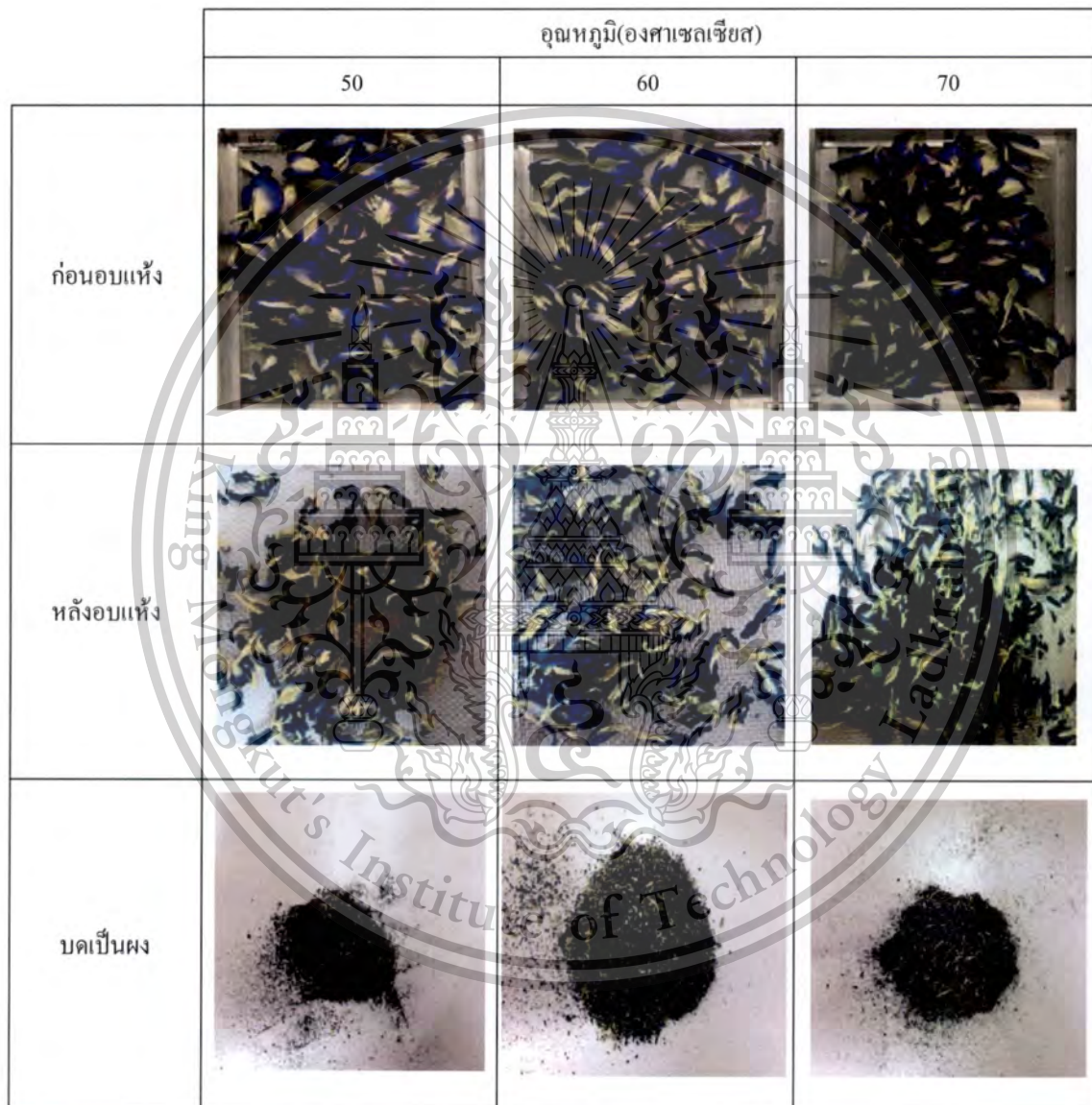
ภาพที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของดอกอัญชัน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งพบว่าค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 43.484 ซึ่งมีความสว่างลดลงเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b*) ลดลงเปลี่ยนจาก -18.02 ไปเป็น +1.384 เมื่อดูเปรียบค่าสีกับภาพที่ 19 พบว่าเป็นการเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมม่วงไปเป็นสีม่วงอมเหลือง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งพบว่าค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 41.784 ซึ่งมีความสว่างลดลงเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b*) ลดลงเปลี่ยนจาก -18.02 ไปเป็น +0.736 เมื่อดูเปรียบค่าสีกับภาพที่ 19 พบว่าเป็นการเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมม่วงไปเป็นสีม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังประชาชนด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อมเหลือง และที่อุณหภูมิตั้งที่ 70 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งพบว่าค่าความสว่าง (L^*) มีค่าเท่ากับ 43.554 ซึ่งมีความสว่างลดลงเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$) ลดลงเปลี่ยนจาก -18.02 ไปเป็น +1.032 เมื่อดูเปรียบค่าสีกับภาพที่ 19 พบว่าเป็นการเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมม่วงไปเป็นสีม่วงอมเหลือง การเปรียบเทียบค่าสีทางกายภาพของดอกอัญชันแสดงดังภาพที่ 4.10



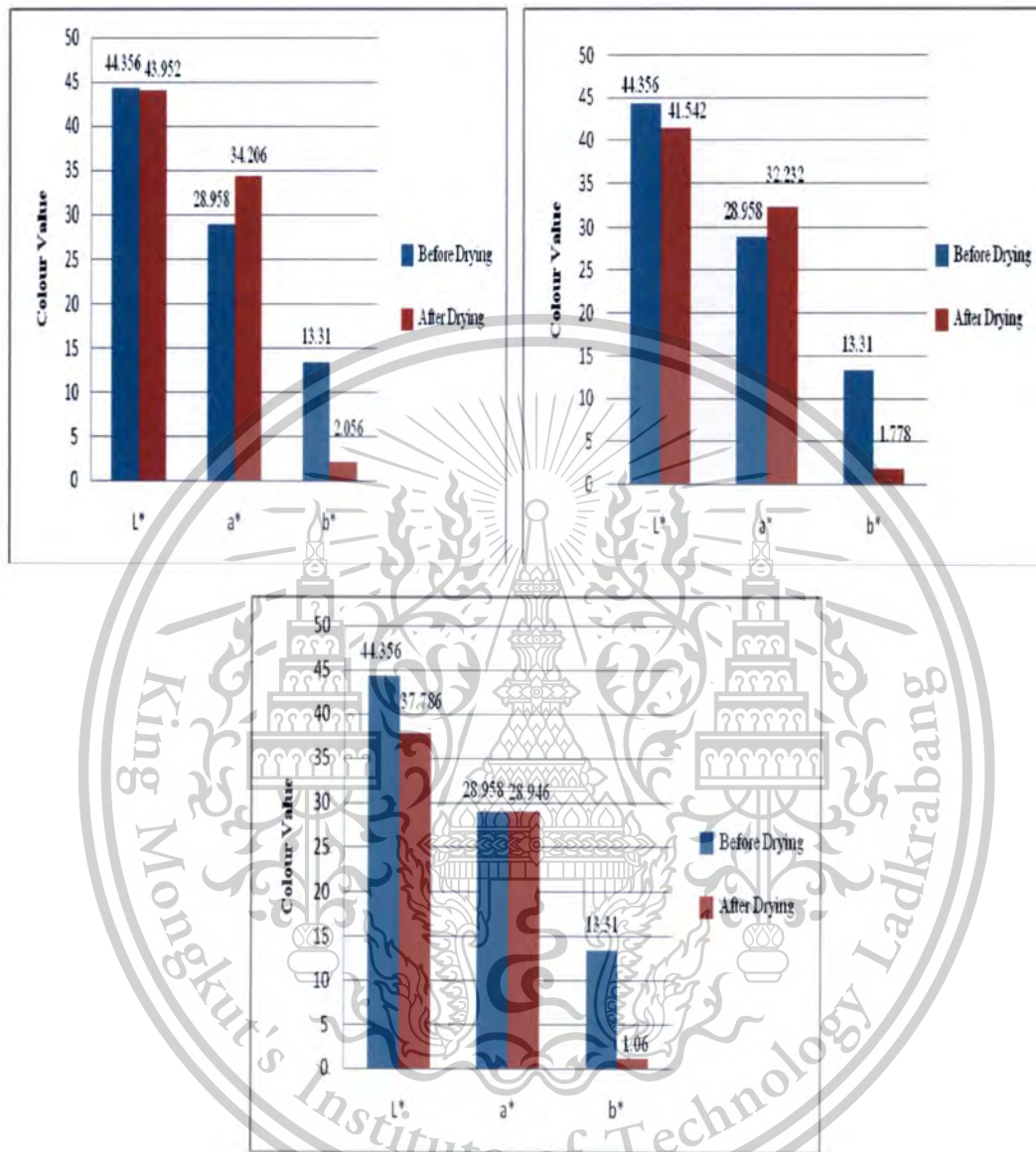
ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบสีทางกายภาพของดอกอัญชันที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของดอกกระเจี๊ยบแดง



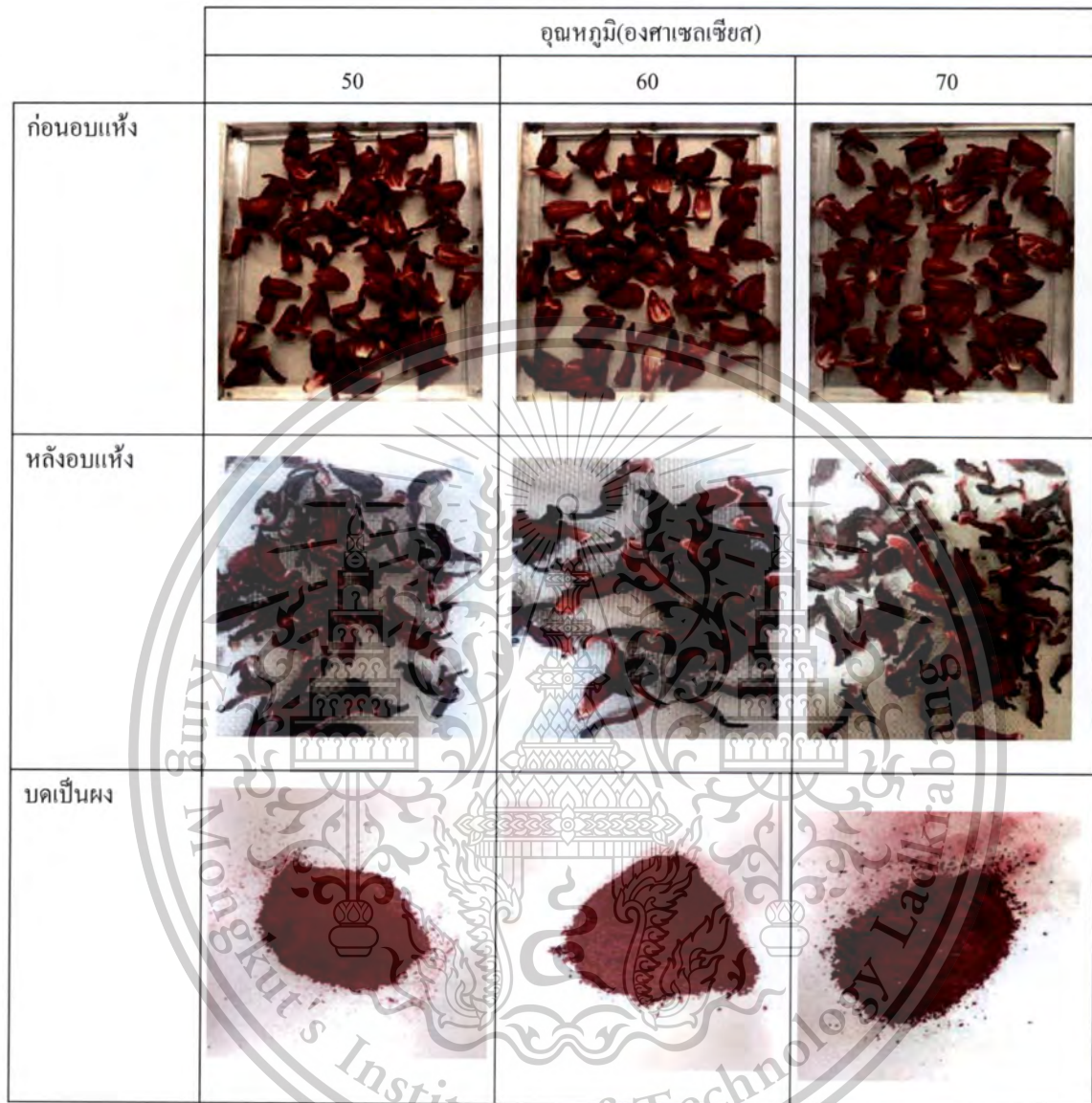
ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงสีของดอกกระเจี๊ยบแดงที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพด้านสีของดอกกระเจี๊ยบแดง หลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความสว่าง (L*) ลดลงเล็กน้อย มีค่าความเป็นสีแดง (+a*) เพิ่มขึ้นโดยดูได้จากค่า a* ที่เปลี่ยนจาก +28.958 ไปเป็น +34.206 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความสว่าง (L*) ลดลงเล็กน้อย มีค่าความเป็นสีแดง (+a*) เพิ่มขึ้น โดยดูได้จากค่า a* เปลี่ยนจาก +28.958 ไปเป็น +32.232 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความสว่าง (L*) ลดลงมีค่าความเป็นสีแดง (+a*) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดยดูได้จากค่า a* เปลี่ยนจาก +28.958 ไปเป็น +28.946 การเปรียบเทียบค่าสีทางกายภาพของดอกกระเจี๊ยบแดงแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สละจนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.12 การเปรียบเทียบสีทางกายภาพของดอกกระเจี๊ยบแดงที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. สรุปผลการทดลอง

- ผลของอุณหภูมิการอบแห้งต่อความชื้นของวัตถุดิบ สรุปได้ดังนี้
 - การอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 50 °C ความชื้นของใบเตย ดอกอัญชัน และดอกกระเจี๊ยบแดง จะเริ่มคงที่ที่เวลา 240 นาที 180 นาที และ 360 นาที ตามลำดับ และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0291, 0.0146 และ 0.0263 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 60 °C ความชื้นของใบเตย ดอกอัญชัน และดอกกระเจี๊ยบแดง จะเริ่มคงที่ที่เวลา 180 นาที 120 นาที และ 240 นาที ตามลำดับและมีอัตราส่วนความชื้น 0.0269, 0.0100 และ 0.0238 ตามลำดับ และที่อุณหภูมิ 70 °C ความชื้นของใบเตย ดอกอัญชัน และดอกกระเจี๊ยบแดง จะเริ่มคงที่ที่เวลา 100 นาที 80 นาที และ 180 นาที ตามลำดับ และมีอัตราส่วนความชื้น 0.0380, 0.0091 และ 0.0416 ตามลำดับ
- ลักษณะทางกายภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง
 - การอบแห้งใบเตยอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส จะมีค่าความสว่าง (L*) หลังการอบแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 61.80, 56.137 และ 57.346 และ ค่าความเป็นสีเขียว (-a*) เพิ่มขึ้นเป็น -15.75, -6.904 และ -6.916 ตามลำดับ
 - การอบแห้งดอกอัญชันที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มค่าความสว่างลดลงเป็น 43.484, 41.784 และ 43.554 ตามลำดับ มีผลมาจากดอกอัญชันแห้งมีความคล้ำเกรียมมากขึ้น และค่าความเป็นสีน้ำเงินมีค่าลดลงไปทางสีน้ำเงินอมม่วงเป็น +1.384, +0.736 และ +1.032 ตามลำดับ ซึ่งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียสมากกว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เนื่องมาจากการอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาและ การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงก็มีผลทำให้สีเปลี่ยนไปในลักษณะเดียวกัน
 - การอบแห้งดอกกระเจี๊ยบแดงที่อุณหภูมิ 50 ,60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความสว่างจะลดลงเป็น 43.952, 41.542 และ 37.786 เนื่องจากผลิตภัณฑ์แห้งมีความคล้ำ และค่าความเป็นสีแดง (+a*) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย +34.206, +32.232 และ +28.946 ตามลำดับ

บรรณานุกรม

- Akpinar, EK. 2010. Drying of mint leaves in a solar dryer and under open sun: Modelling; performance analyses. Energy Conversion and Management 51:2407–2418.
- AtulSharma, C.R. Chen., Nguyen, V.L. 2009. Solar-energy drying systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1185–1210.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในโอกาสการศึกษาเท่านั้น มิใช่ให้ผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Bioproducts Processing, 89: 31-38.
- Corzo, O., Bracho, N., Vasquez, A. and Pereira, A., 2008, Energy and exergy analyses of thin layer drying of coroba slices, 86: 151-161.
- Jairaj, K.S., Singh, S.P., Srikant, K. 2009. A review of solar dryers developed for grape drying. Solar Energy 83, 1698–1712
- Liu, Y., Y. Zhao and X. Feng, 2008, Exergy analysis of a freeze drying process, Applied Thermal Engineering, 28: 675-690.
- Pehlivan, D., Togrul, I.T. 2004. Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. Journal of Food Engineering 65, 413–425.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



28th EUROPEAN SYMPOSIUM on APPLIED THERMODYNAMICS



“Everything flows”
Heraclitus

June 11-14, 2015

Athens, Greece

ESAT 2015

- Intern. Steering Committee
- ESAT History
- Organizing Committee
- Invited Speakers
- Program ^{NEW}
- Instructions for Poster Presentations
- Abstract Submission
- Venue & Accommodation
- Registration
- Optional Tours
- Visa Information
- Helmut Knapp Poster Award
- Sponsors
- Contact

ESAT 2015

In the long tradition of the European Symposium on Applied Thermodynamics, ESAT 2015 will bring together researchers from academia and industry from all over the world. Among others, the conference aims to cover new experimental achievements, prediction of thermophysical properties of complex systems, molecular and statistical thermodynamics, molecular modeling and simulation.

The recent efforts in the various fields have resulted in models, methods, tools, insights and data that allow not only solving academic problems but also contribute substantially to industrial research and process/product design and development.

The conference offers unique opportunities to gain a state-of-the-art overview of the various topics and to create new scientific interactions and collaborations. Plenary lectures, oral presentations in parallel sessions and poster sessions will take place.



Organizing Committee

Nondas Voutsas, Assoc. Professor, Chairman
National Technical University of Athens

Dimitrios Tassios, Emeritus Professor, Honorary chairman
National Technical University of Athens

Kostis Magoulas, Professor
National Technical University of Athens

Sofia Stamataki, Professor
National Technical University of Athens

Marc Assael, Professor
Aristotle University of Thessaloniki

Dr. Vicky Louli
National Technical University of Athens

Dr. Georgia Pappa
National Technical University of Athens

Dr. Christos Boukouvalas
National Technical University of Athens

IMPORTANT DATES

- ★ 15 January 2015
Submission of Abstracts
- ★ 15 February 2015
Notification of Acceptance
- ★ 1 March 2015
Tentative Program
- ★ 13 May 2015
Final Program

SPONSORS

PLATINUM



Energy for everyone



MOTOR OIL (HELLAS)

schoolofchemicalengineering
nationaltechnicaluniversityofathens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูอาจารย์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



PP55	<i>Thermodynamic studies of fluoride adsorption onto aluminum modified carbon prepared from denim fiber scraps</i> Mendoza-Castillo Didilia Ileana, Reynel-Avila Hilda Elizabeth, Bonilla-Petriciolet Adrian
PP56	<i>On a choice of independent variables in Newton iterations for multiphase flash calculations</i> Petitfrere Martin, Nichita Dan Vladimir
PP57	<i>Adsorption on grafted chain layers with embedded active groups</i> Staszewski Tomasz, Borowko Malgorzata
PP58	<i>Determination of thermophysical properties of 1-butanol using the high pressure - high temperature density values</i> Ahmadov Bahruz, Safarov Javid, Mirzayev Saleh, Shahverdiyev Astan, Hassel Egon
PP59	<i>Density Functional Theory in Confined Media using PC-SAFT EoS</i> Sauer Elmar, Gross Joachim
PP60	<i>Modeling of Asphaltene Precipitation Onset using Cubic Plus Association Equation of State</i> Arya Alay, Kontogeorgis Georgios, von Solm Nicolas
PP61	<i>Investigation on the chemical equilibria of L-glutamic acid N,N-diacetic acid tetra sodium salt at different ionic strengths</i> Majlesi Kavosh, Deldar Omid
PP62	<i>Thermophysical properties of Calcium Acetate Solutions</i> Safarov Javid, Uysal Duygu, Dogan Murat, Hassel Egon, Uysal Bakir
PP63	<i>Measurement and modelling of the solubility of peptides in ionic liquid using the UNIFAC and COSMO approaches</i> Privat Romain, Jaubert Jean-Noel, Chevalot Isabelle, Paricaud Patrice
PP64	<i>Phase equilibria of CO₂ + cycloalkanes + alcohols mixtures at high-pressures</i> Sima Sergiu, Secuianu Catinca, Feroiu Viorel, Geana Dan
PP65	<i>On the structure factor of proteins in aqueous solutions</i> Franco Luis, Oliveira Cristiano, Pessoa Filho Pedro
PP66	<i>Thermophysical properties of ethanol at pressures up to 200 MPa and wide range of temperature</i> Safarov Javid, Talibov Misirkhan, Shahverdiyev Astan, Hassel Egon
PP67	<i>Non-covalent interactions of nitrogen-containing cyclic and aromatic compounds with organic molecules: calorimetry solution and differential scanning calorimetry.</i> Raipov Iliaz, Varfolomeev Mikhail, Solomonov Boris
PP68	<i>Thermodynamic Analysis of lemongrass and butterfly pea's flower drying with a cabinet dryer and open sun drying</i> Ruchira Taprap and Pramuan Srikalong
PP69	<i>Investigation of parameters affecting the harvesting and extraction of Nannochloropsis sp.</i> Boli Elenitsa, Savvidou Maria, Logothetis Dimitrios, Lympelopoulou Theopisti, Balta-Brouma Kalliopi, Pappa Georgia, Louli Vasiliki, Voutsas Epaminondas, Magoulas Kostis, Kolisis Fragkiskos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Thermodynamics analysis of lemongrass and butterfly pea's flower drying with a cabinet dryer and open sun drying



Ruchira Taprap and Pramuan Srikalong
Faculty of Agro-Industry

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok Thailand 10520
ktruchir@kmitl.ac.th

Abstract

In this study, the performance evaluation of drying process of lemongrass and butterfly pea's flower in a cabinet dryer and with open sun drying was examined with thermodynamics analysis method. Drying process was carried out at three difference drying air temperature (50, 60 and 70 C). The drying curves of those samples were obtained. The energy analysis based on the first and the second laws of thermodynamics were employed to find out the efficiency of drying process as well as the products quality was investigated.

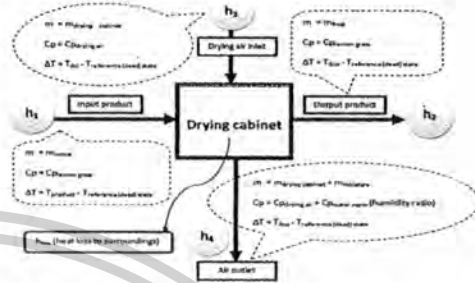


Figure 1 Schematic Diagram of Cabinet Drying

Material and Methodology

Lemongrass leaves and butterfly pea's flower were cleaned and then dried in the cabinet at 50 60 and 70 C and in open sun drying. The weight and drying time was recorded during the experiment. The final product quality was measured with chromameter by presenting in L, a and b value.

Result and Discussion

Figure 1 shows information of cabinet drying in this study. The samples were dried in open sun and the result of weight and time was shown in Figure 3. Figure 4 shows the energy and exergy efficiency result according to the equation shown below. Figure 2 and 5 show the products before and after drying. To represent the colour of those products, the L (lightness), a (greenness) and b (redness) was displayed in Figure 5.

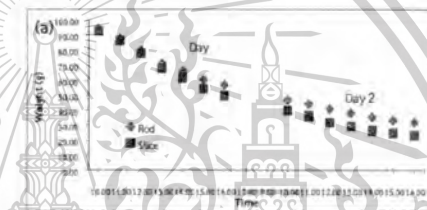


Figure 3 Drying curve of Lemongrass Leaves in open sun drying



Figure 5 Lemongrass before and after drying

Equations for thermodynamic analysis

$$Q_{dc} = m_{da}(h_{da1} - h_{da2}) - h_{dc}c_p\Delta T$$

$$Q_c = m_{da}c_{pda}(T_{cw} - T_{ci})$$

$$EUR_{dc} = \frac{m_{da}(h_{da1} - h_{da2})}{m_{da}c_{pda}(T_{cw} - T_{ci})}$$

$$Ex_{dc} = c_{pda} [(T_{da} - T_c) - T_c \ln \frac{T_{da}}{T_c}]$$

$$Ex_c = c_{pda} [(T_c - T_{ci}) - T_{ci} \ln \frac{T_c}{T_{ci}}]$$

$$Ex_{dc} = c_{pda} [(T_{da} - T_c) - T_c \ln \frac{T_{da}}{T_c}]$$



Figure 4 Thermodynamic analysis result of Lemongrass drying

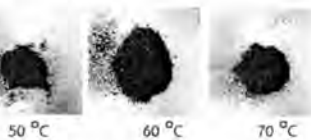
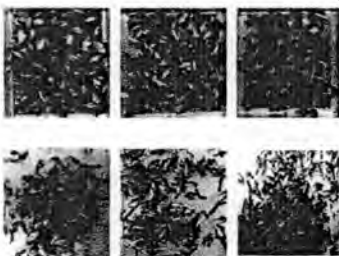


Figure 2 Butterfly pea's Flower before and after Drying

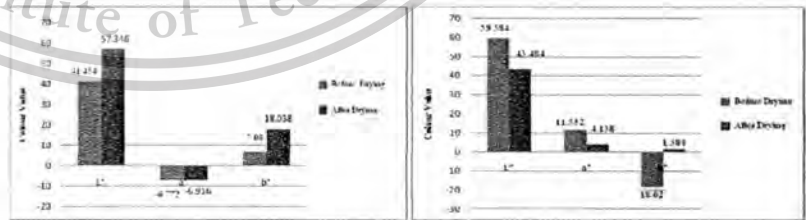


Figure 6 Color Value of Lemongrass Leaves (left) and butterfly pea's Flower (right) drying at 60 C

References

- Colak, N. and A. Hepbasli. J. Food Eng. 80 (2007): 1188-1193
- Dincer, C. and A.Z. Sahin, J. Heat Mass Transfer, 47 (2004): 645-652
- Kavak, E. and Y. Bicer, Energy Convers. Management, 49 (2008): 1367-1375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่าย การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.