

## กระบวนการอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพรเพื่อ SMEs Drying Process of Spice and Herbal for SMEs

สุนทร สิบคำ<sup>1,2</sup> พรจวี กลิ่นสุคนธ์<sup>1</sup> กรวรรณ ท่วมเงิน<sup>1</sup> ทศน์วรรณ ใจบุญ<sup>1</sup> และระวิน สิบคำ<sup>3</sup>  
Sunate Surbkar<sup>1,2</sup>, Ponchawee klinsukon<sup>1</sup>, Korawan Thuamngoen<sup>1</sup>, Tassawan Jaiboon<sup>1</sup> and Rawin Surbkar<sup>3</sup>

### Abstract

The proper drying of spices and herbs will help the SMEs to develop more choices of food products in the market, resulting in increased sales volume. The objectives of this work reported herein were to investigate the effects of drying air temperatures (40, 50, 60 and 70 °C) and initial weights of material being dried (100, 200, 300 and 400 g) on drying time, color values of dried products and specific energy consumption. The initial moisture contents of fresh red chill, galangal, lemongrass and kaffir lime were 73.37, 91.01, 84.03 and 55.32 % w/w, respectively. Results showed that increasing drying air temperature decreased drying time. If the thin-layer experiment absented, increasing initial mass of material being dried increased drying time. The final moisture contents of dried red chill, galangal, lemongrass and kaffir lime were 11.60±0.28, 11.34±0.89, 11.44±0.39 and 11.40±0.30 % w/w, respectively. Color values of dried product arranging in the thin-layer drying accounting for 100 g initial mass taken into account, drying of fresh red chill, galangal, lemongrass and kaffir lime should be used the drying air temperatures of 40, 50, 60 and 40 °C, respectively. The appropriate drying air temperatures aforementioned were accounted for drying times of respective 2720, 480, 740 and 510 min corresponding to specific energy consumption used in drying of respective 2,295.59, 417.82, 738.33 and 613.23 MJ/kg moisture evaporated. The regression model linear, quadratic and interactive components proposed were statistically fitted well to the experimental data with the best fit corresponded to galangal, lemongrass & kaffir lime and chilli, respectively.

**Keywords:** Hot air drying, Spice, Herb

### บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพรที่เหมาะสมจะช่วยผู้ประกอบการ SMEs ให้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิดออกสู่ตลาด เป็นการเพิ่มปริมาณการจำหน่าย วิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ (40, 50, 60 และ 70 °C) และมวลเริ่มต้นของเครื่องเทศและสมุนไพรที่ใช้ในการอบแห้ง (100, 200, 300 และ 400 กรัม) ต่อเวลาในการอบแห้ง คุณภาพสีของผลิตภัณฑ์แห้ง และการใช้พลังงานจำเพาะ พริกแดงสด ข่า ตะไคร้ และใบมะกรูดที่ใช้ทดลองมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 73.37, 91.01, 84.03 และ 55.32 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะใช้เวลาในการอบแห้งลดลง มวลเริ่มต้นเพิ่มขึ้นหากจัดการอบแห้งแบบไม่เป็นชั้นบางจะใช้เวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์แห้งพริก ข่า ตะไคร้ และใบมะกรูดมีค่าร้อยละ 11.60±0.28, 11.34±0.89, 11.44±0.39 และ 11.40±0.30 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์แห้งสำหรับการอบแห้งชั้นบาง (มวลเริ่มต้น 100 กรัม) ควรอบแห้งพริก ข่า ตะไคร้ และใบมะกรูดที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 40 °C ตามลำดับ ซึ่งจะใช้เวลาในการอบแห้ง 2720, 480, 740 และ 510 นาที ตามลำดับ และใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้ง 2,295.59, 417.82, 738.33 และ 613.23 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย ตามลำดับ สมการ quadratic เหมาะกับผลผลิตที่เป็นชั้นบางหรือหั่นชั้นซึ่งสามารถใช้นำมาระยะเวลาในการอบแห้งข่าได้แม่นยำที่สุด รองลงมาได้แก่ ตะไคร้และใบมะกรูด และพริก ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การอบแห้งด้วยลมร้อน, เครื่องเทศ, สมุนไพร

<sup>1</sup> คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หนองหาร สันทราย เชียงใหม่ 50290

<sup>1</sup> Faculty of Engineering and Agro-industry, Nongharn, Sansai, Chiang Mai 50290

<sup>2</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Commission, Bangkok 10400

<sup>3</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก บางพระ ศรีราชา ชลบุรี 20110

<sup>3</sup> Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Sriracha, Chonburi 20110

**คำนำ**

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises, SMEs) เป็นหน่วยธุรกิจส่วนใหญ่ของประเทศ มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 2.74 ล้านราย คิดเป็นร้อยละ 98.5 ของจำนวนวิสาหกิจรวมทั้งหมด สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ซึ่งเห็นได้จาก GDP SMEs ในปี 2555 รวม 4,211,262 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 37.0 ของ GDP รวมทั้งประเทศ

เครื่องเทศ (Spices) และสมุนไพร (Herb) มักเป็นหนึ่งในส่วนประกอบของอาหารไทย แต่การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมปรุงในระดับ SMEs นั้นต้องใช้เครื่องเทศและสมุนไพรแห้ง ในขณะที่กระบวนการลดความชื้นผลิตภัณฑ์เกษตรเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แห้งพร้อมใช้นั้นยังไม่มีทางเลือกหลาย ศิริรัตน์และณรงค์ (2555) พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วลมร้อนมีผลทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยมีค่าเพิ่มขึ้น และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีผลต่อการลดลงของความชื้นของพริกไทยมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความเร็วลม ส่วนเกศินี (2548) พบว่าพริกขี้หนูและข่าจะมีคุณสมบัติที่ดีที่สุดถ้าลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) อุณหภูมิ 95.5 °C เป็นเวลา 1 นาทีก่อนอบแห้งด้วยลมร้อน สำหรับตะไคร้และใบมะกรูดควรลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 2.0 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ที่สภาวะเดียวกัน จากงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีกระบวนการอบแห้งด้วยเทคโนโลยีง่าย ๆ และทำซ้ำได้ในระดับ SMEs การศึกษากระบวนการอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพรที่เหมาะสมจะช่วยผู้ประกอบการ SMEs ให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิดออกสู่ตลาด เป็นการเพิ่มปริมาณการจำหน่ายและผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศและมวลเริ่มต้นของเครื่องเทศและสมุนไพรที่ใช้ในการอบแห้งต่อเวลาในการอบแห้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก คุณภาพสีของผลิตภัณฑ์แห้งดี และใช้พลังงานต่ำ

**อุปกรณ์และวิธีการ**

เครื่องเทศและสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองซื้อมาจากตลาดแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวน 3 ครั้ง เพื่อแยกกรวด หิน ดิน ทราย ต่าหิน และรอยขี้เถ้าออก ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วเด็ดก้านพริกออกและตัดเฉพาะพริกยาว 4-5 ซม.เท่านั้น ส่วนข่าสไลให้หั่นเป็นแผ่นหนา 3-5 มม. สำหรับตะไคร้ให้หั่นเป็นแผ่นหนา 3-5 มม. และใบมะกรูดเด็ดเฉพาะใบที่มีขนาดใกล้เคียงกันยาว 4-5 ซม. หลังจากนั้นหาความชื้นเริ่มต้นด้วยวิธีการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 24 ชม. และเก็บตัวอย่างไว้รอการทดลองในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 4±0.5 °C เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนที่ใช้ในการศึกษาแสดงใน (Figure 1) มีส่วนประกอบหลักได้แก่ฮีตเตอร์ไฟฟ้า และพัดลมแบบไหลตามแนวแกน (Tube axial fan)

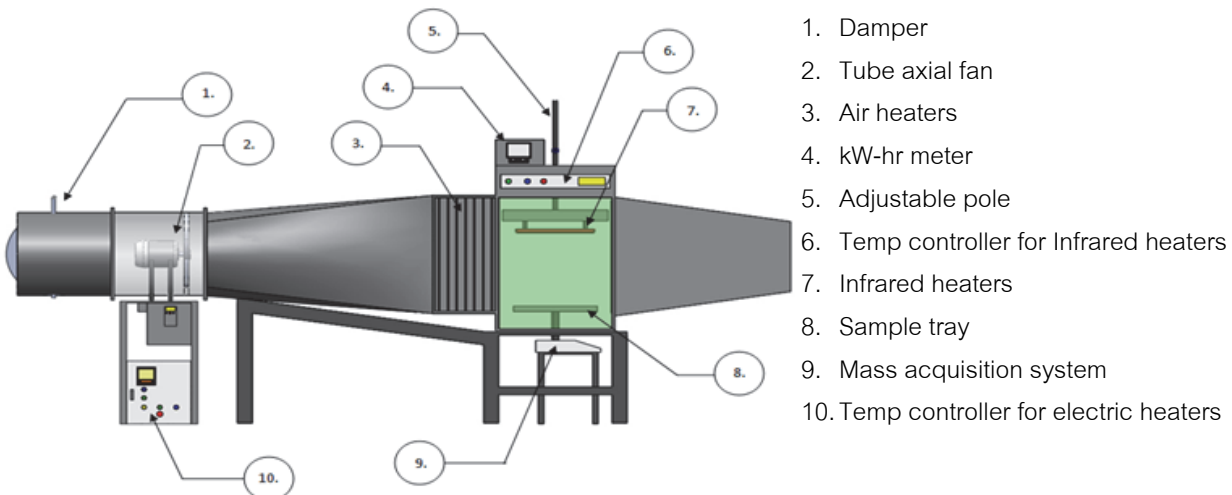


Figure 1 Schematic of a hot air drying used in the experiments

ตัวแปรที่ศึกษาคืออุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง (40, 50, 60 และ 70 °C) และมวลเริ่มต้น (100, 200, 300 และ 400 กรัม) ต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง พลังงานจำเพาะ และคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์แห้ง โดยควบคุมความชื้นสุดท้ายของตัวอย่างไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนักและความเร็วอากาศ 0.5 เมตรต่อวินาที (San and Woods, 1994) แล้วใช้เทคนิคการวิเคราะห์หรือกราฟขึ้นเพื่อหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรที่ศึกษา

**ผลและการวิจารณ์ผล**

พริก ข่า ตะไคร้ และใบมะกรูดที่ใช้ในการทดลองมีความชื้นเริ่มต้น 73.37, 91.01, 84.03 และ 55.32 % w.b. ตามลำดับ

**1. ผลของอุณหภูมิและมวลเริ่มต้นต่อระยะเวลาและพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง**

อุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะใช้เวลาในการอบแห้งลดลง และมวลเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ผลมากจะใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นเนื่องจากตัวอย่างซ้อนทับกันมากกว่า 1 ชั้น ดังนั้นการอบแห้งวัสดุใดจึงควรจัดเรียงวัสดุให้เป็นแบบชั้นบาง (ชั้นเดียว) และหากเวลาในการอบแห้งนานขึ้นประกอบกับความชื้นเริ่มต้นต่ำก็ทำให้พลังงานจำเพาะในการอบแห้งมากขึ้น เมื่อจัดการอบแห้งเป็นชั้นบางการอบแห้งพริกใช้เวลามากที่สุด รองลงมาได้แก่การอบแห้งตะไคร้ ข่า และใบมะกรูด ตามลำดับ การที่พริกใช้เวลามากกว่าเครื่องเทศและสมุนไพรอื่น ๆ เพราะว่าพริกเป็นผลิตภัณฑ์ทางเกษตรที่ผิวมีไขตามธรรมชาติเคลือบมาก เราพบงานวิจัยของ Fudholi *et al.* (2014) ซึ่งวิเคราะห์สมรรถนะของระบบการอบแห้งพริกแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผ่นรับแสงคู่พร้อมอุปกรณ์ดูดซับความร้อนชนิดครีปร่วมกับฮีตเตอร์ไฟฟ้า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 45 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 30% โดยพริกที่ใช้ในการศึกษามีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 80 ฐานเปียกอบจนเหลือร้อยละ 10 ฐานเปียกใช้เวลาอบแห้งถึง 33 ชั่วโมง (5 วันปฏิบัติงาน) ในขณะที่การตากแดดธรรมดาใช้เวลานานถึง 65 ชั่วโมง การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้ประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ 49 เมื่อเทียบกับการตากแดดธรรมดาซึ่งใช้เวลายาวนานกว่า นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยของ Janjai and Tung (2005) ที่ศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ใช้อากาศจากตัวเก็บประจุแบบลอนหลังคาเพื่อการอบแห้งตะไคร้ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 70 w/w ใช้เฉพาะลำต้นสั้นให้ความหนา 2 มิลลิเมตร อบจนเหลือความชื้นร้อยละ 6 w/w น้ำหนักเริ่มต้น 200 กก. ใช้เวลาอบแห้งในเดือนมีนาคม 2546 ถึง 3 วัน

**2. ผลของอุณหภูมิและมวลเริ่มต้นต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์อบแห้ง**

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิมวลร้อนจะทำให้ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  ของผลิตภัณฑ์แห้งลดลงนั้นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์แห้งที่ได้จะมีสีเข้มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในกระบวนการอบแห้งอาจเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ขึ้น โดยภาพรวมจึงอาจสรุปได้ว่าค่าสีของพริกและใบมะกรูดแห้งจะคล้ำลงเมื่อใช้อุณหภูมิต่ำสูงขึ้น ในขณะที่ค่าสีของข่าและตะไคร้แห้งจะสว่างขึ้นตามอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้น (Figure 2 & 3) เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าสีของผลิตภัณฑ์แห้งและค่ามวลเริ่มต้น 100 กรัมซึ่งสามารถจัดการทดลองเป็นแบบชั้นบางได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งพริกและใบมะกรูดคือ 40 °C ซึ่งจะใช้เวลาในการอบแห้ง 2,720 นาที (45.33 ชม.) และ 570 นาที (9.5 ชม.) ตามลำดับ อบแห้งข่าคือ 50 °C ซึ่งจะใช้เวลาในการอบแห้ง 480 นาที (8 ชม.) และอบแห้งตะไคร้ 60 °C ซึ่งจะใช้เวลาในการอบแห้ง 740 นาที (12.33 ชม.) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fudholi *et al.* (2014) ซึ่งแนะนำว่าควรอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C โดยจะใช้เวลา 33 ชั่วโมงทำการ (5 วันอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์) และเกรียงศักดิ์ และไมตรี (2551) ศึกษาการอบแห้งพริกสดด้วยเครื่องอบลมร้อนร่วมพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิ 70 °C อบพริกสด 60 กิโลกรัมใช้เวลา 30 ชั่วโมงจนได้ความชื้นพริกแห้งร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก แต่หากทำให้พริกเคลื่อนไหวจะย่นระยะเวลาการอบ โดย Kaleemullah and Kailappan (2005) แนะนำให้ใช้อุณหภูมิ 55 °C ใช้เวลานาน 27 ชั่วโมง เมื่อใช้เครื่องอบแห้งแบบหมุนเหวี่ยง (Rotary dryer)

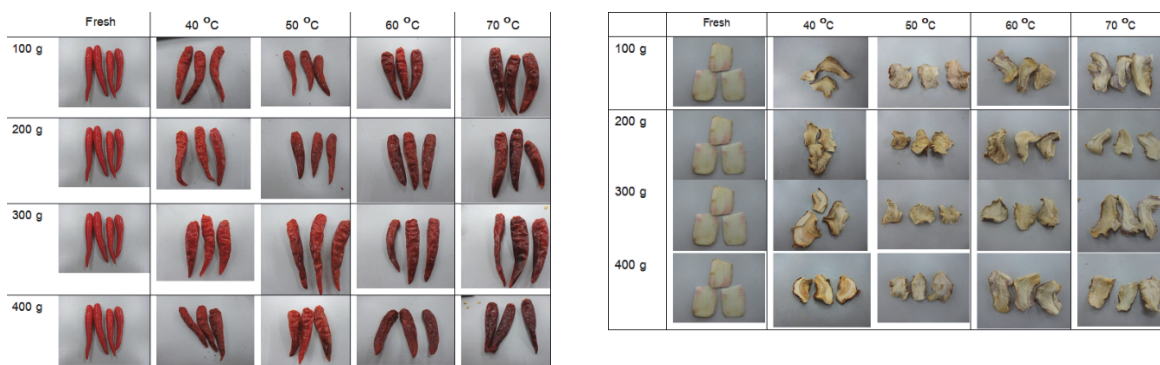


Figure 2 Comparison of dried chili and galangal color

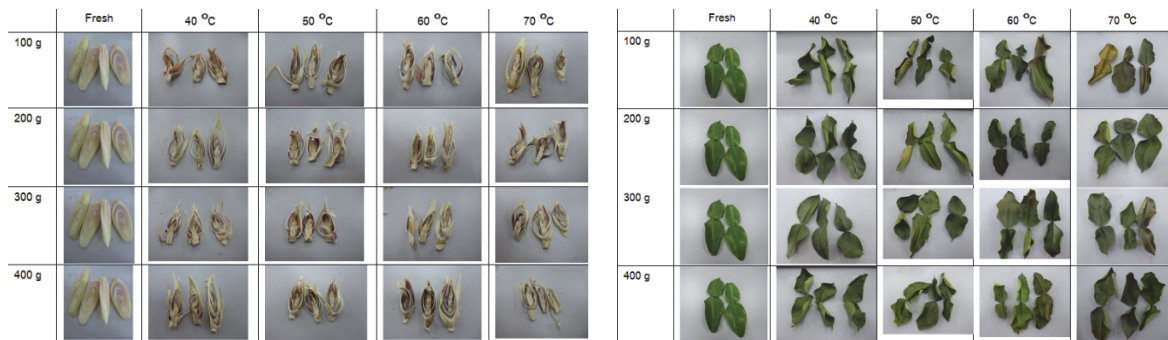


Figure 3 Comparison of lemon grass and kaffir lime color

### 3. สมการทำนายเวลาในการอบแห้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งกับมวลเริ่มต้นของการอบแห้งพริก ข่า ตะไคร้ และใบมะกรูดในรูปแบบ quadratic คือ  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2$  (Lien *et al.*, 2010) โดย Y คือเวลาในการอบแห้ง (min),  $X_1$  คืออุณหภูมิในการอบแห้ง ( $^{\circ}C$ ),  $X_2$  คือมวลเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์เกษตร (g),  $\beta_0$  คือจุดที่เส้นถดถอยตัดแกน Y (Intercept),  $\beta_1, \beta_2$  คือสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้น (Linear coefficients),  $\beta_{12}$  คือสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interaction coefficients) และ  $\beta_{11}, \beta_{22}$  คือสัมประสิทธิ์การถดถอยยกกำลังสอง (Squared coefficients) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแสดงดัง Table 1 ซึ่งชี้ว่าสมการที่ได้ใช้ทำนายระยะเวลาในการอบแห้งได้ดีโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นบาง

Table 1 Regression coefficients of spice and herbs quadratic equations

Regression coefficient/R <sup>2</sup>	Chili	Galangal	Lemongrass	Kaffir lime
$\beta_0$	135.001	26.614	18.178	19.276
$\beta_1$	-3.387	-0.690	0.096	-0.430
$\beta_2$	0.064	0.052	0.020	0.054
$\beta_{12}$	$-3.0 \times 10^{-6}$	-0.001	0.000	-0.001
$\beta_{11}$	0.022	0.005	-0.004	0.002
$\beta_{22}$	$-1.0 \times 10^{-5}$	$2.9 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$	$8.3 \times 10^{-6}$
R <sup>2</sup>	0.962	0.988	0.987	0.987

### สรุป

การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำและการจัดการทดลองเป็นแบบหลายชั้นเพราะมวลเริ่มต้นมากจะใช้เวลาอบแห้งนาน และใช้พลังงานจำเพาะมากขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งพริกและใบมะกรูดคือ 40 °C อบแห้งข่าคือ 50 °C และอบแห้งตะไคร้คือ 60 °C โดยจะใช้เวลาในการอบแห้ง 2720, 510, 480 และ 740 นาที ตามลำดับ และใช้พลังงานจำเพาะ 2,295.59, 613.23, 417.82 และ 738.33 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย สมการ quadratic เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นบางซึ่งสามารถทำนายเวลาในการอบแห้งเข้าได้แม่นยำที่สุด รองลงมาได้แก่ ตะไคร้หรือใบมะกรูด และพริก ตามลำดับ

### เอกสารอ้างอิง

เกศินี มีทรัพย์. 2548. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดมยาแห้งที่ผลิต โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศและเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร. 190 หน้า.

ศิริรัตน์ ตอพล และณรงค์ อึ้งกิมบัว. 2555. การศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งพริกไทยด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน. ว.วิทย.เกษตร. 43(3): 107-110.

Fudholi, A., K. Sopian, M. H. Yazdi, M. H. Ruslan, M. Gabbasa and H. A. Kazem. 2014. Performance analysis of solar drying system for red chili. *Solar Energy* 99: 47–54.

Janjai, S. and P. Tung. 2005. Performance of a solar dryer using hot air from roof-integrated solar collectors for drying herbs and spices. *Renewable Energy* 30: 2085-2095.

Kaleemullah, S. and R. Kailappan. 2005. Drying kinetics of red chillies in a rotary dryer. *Biosystems Eng.* 92(1): 15-23.

Lien, C.Y., A.Y.F. Lee, C.F. Chan, Y.C. Lai, C.L. Huang and W.C. Liao. 2010. Extraction parameter studies for anthocyanin extraction from purple sweet potato variety TNG73, *Ipomoea batatas* L. *Applied Eng. in Agriculture* 26(3): 441-446.

San, D.-W. and J.L. Woods. 1994. Low temperature moisture transfer characteristics of wheat in thin layer. *Trans. ASABE* 37(6): 1919-1926.