การอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิ
Drying of Japanese Pumpkin Slices using Step-Down Convective Air Temperature

สุวิทย์ แพงกันยา[1*], กฤษณ์ อภิญญาวิศิษฐ์[2], ริศรา อิ่มภาประเสริฐ[3]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน, [2] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
suwit.p@rmutp.ac.th
[3] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

RMUTP & FTI 7th Sustainable Industrial Management Engineering

บทคัดย่อ

การผลิตผงฟักทองญี่ปุ่นด้วยวิธีการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิคงที่ตลอดทั้งกระบวนการอบแห้งมีข้อจำกัดคือไม่สามารถใช้อุณหภูมิสูงได้ เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานส่งผลกระทบต่อคุณภาพของฟักทองอบแห้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิ โดยพิจารณาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งและคุณภาพสีของผงฟักทองญี่ปุ่น การทดลองดำเนินการโดยใช้ฟักทองญี่ปุ่นแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร อบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิในช่วง 65-90 °C เปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิคงที่ 65 °C โดยอบแห้งตัวอย่างจนกระทั่งเหลือความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 4.0% ฐานแห้ง จากผลการทดลองพบว่า ทุกเงื่อนไขของวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้อุณหภูมิคงที่ ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่า ผงฟักทองญี่ปุ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไข 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C มีค่าความสว่างของสีมากกว่า แต่มีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองต่ำกว่าผงฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งด้วยเงื่อนไขอื่น และงานวิจัยนี้เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับผลิตผงฟักทองญี่ปุ่นคือการอบแห้งที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C

คำสำคัญ: การอบแห้งด้วยอากาศร้อน; จลนพลศาสตร์การอบแห้ง; เทคนิคการปรับลดระดับอุณหภูมิ; ผงฟักทองญี่ปุ่น

Abstract

The production of Japanese pumpkin powder using constant temperature drying throughout the drying process is limited. Since high temperature for long drying time affect the quality of the dried pumpkin, the product will be damaged. Therefore, the objective of this research was to study the drying of Japanese pumpkin slices using step-down convective air temperature technique. The drying kinetic and the color quality of Japanese pumpkin powder were considered. The experiments were carried out using the sample slices of a 1 mm thickness and dried by step-down convective air temperature technique in the ranges of 65-90 °C compared with a convective air drying method at 65 °C. The final moisture content of sample is not more than 4.0% dry basis. The results showed that all cases of hot air drying using step-

down convective air temperature technique were higher than those of hot air drying at constant temperature, resulting in the short drying time. The Japanese pumpkin powder obtained from drying using step-down convective air temperature at 90 °C for 1 h followed by 80 °C for 1 h, followed by 70 °C for 1 h and followed by 65 °C provided higher lightness of color value, but lower in the redness and yellowness values than the other cases of dried Japanese pumpkin powder. For this research, the optimal conditions for producing Japanese pumpkin powder were drying at 90 °C for 1 h followed by 80 °C for 1 h, followed by 70 °C for 1 h and followed by 65 °C.

Key words: Convective air drying; Drying kinetic; Step-down hot air technique; Japanese pumpkin powder

1. บทนำ (Introduction)

ฟักทองญี่ปุ่นเป็นพืชที่นิยมปลูกมากทางภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะแก่การเจริญเติบโต โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ถือเป็นพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกฟักทองญี่ปุ่นที่มีคุณภาพและมีปริมาณมาก เนื่องจากมีการส่งเสริมผ่านทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกษตรกรในท้องถิ่นมีรายได้พอกิน และได้บริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องด้วยฟักทองญี่ปุ่นนั้นเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โปรตีนคุณภาพที่มีกรดอะมิโนจำเป็น แร่ธาตุ และสารเบต้าแคโรทีนค่อนข้างสูง ซึ่งมีส่วนช่วยในการป้องกันโรคต่างๆ [1] ซึ่งทำให้ปัจจุบันฟักทองญี่ปุ่นเป็นที่ต้องการของท้องตลาดในธุรกิจอาหารสุขภาพเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกันกระบวนการแปรรูปฟักทองก็ทำให้เกิดของเสียจากชิ้นส่วนของฟักทองที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชิ้นส่วนที่ไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้ามากขึ้นด้วย เช่น เปลือก เมล็ด เนื้อติดเมล็ด และเนื้อฟักทองที่เหลือจากการตัดแต่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นภาระด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย จากการสำรวจข้อมูลพบว่าในการผลิตฟักทองตัดแต่งมีของเสียเหลือทิ้งจากกระบวนการตัดแต่งสูงถึงร้อยละ 70 ซึ่งยังมีส่วนที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้อีกมากถึงร้อยละ 55 ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการวิจัยเพื่อนำของเสียเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น โดยมีแนวคิดที่จะออกแบบกระบวนการใช้ประโยชน์จากของเสียที่เหลือทิ้งจากกระบวนการตัดแต่งฟักทองญี่ปุ่น โดยศึกษากระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตผงฟักทองญี่ปุ่น ทั้งนี้เพื่อนำผงฟักทองญี่ปุ่นที่ได้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารให้มีส่วนผสมจากฟักทองมากที่สุดและใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และคัดเลือกผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถบริโภคได้บ่อย เช่น เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากฟักทองญี่ปุ่น เป็นต้น [2]

วิธีการอบแห้งผักและผลไม้โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิในการอบแห้งค่อนข้างต่ำ (60-70 °C) และใช้อุณหภูมิคงที่ตลอดทั้งกระบวนการอบแห้ง เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง แต่มีข้อเสียคือใช้เวลาในการอบแห้งนาน อย่างไรก็ตามหากใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคการปรับลดอุณหภูมิจึงเป็นวิธีทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการผลิตผงฟักทองอบแห้งเพื่อสุขภาพที่มีไขมันต่ำ เนื่องจากเป็นการประยุกต์ใช้อุณหภูมิสูงในช่วงแรกของกระบวนการอบแห้งในขณะที่วัสดุยังมีความชื้นสูงอยู่ จากนั้นปรับลดระดับอุณหภูมิลงตามความเหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหายกับผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง โดยการอบแห้งด้วยวิธีนี้ช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งลงได้และสามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งได้ [3-4] จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการอบแห้งฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคการปรับลดอุณหภูมิใช้เวลาในการอบแห้งลดลงร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้ระดับอุณหภูมิคงที่ โดยที่ยังรักษาคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งได้

จากข้อดีของวิธีดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิคงที่ โดยพิจารณาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งและคุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ผงฟักทองญี่ปุ่นอบแห้ง

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 วัตถุดิบ

นำฟักทองญี่ปุ่นที่ได้รับมาจากซูเปอร์มาร์เก็ตปอกเปลือก ผ่าเอาเมล็ดและเนื้อส่วนที่ติดกับเมล็ดออก จากนั้นนำส่วนของเนื้อฟักทองญี่ปุ่นหั่นเป็นแผ่นบางที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร โดยเนื้อฟักทองญี่ปุ่นที่ได้มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 403.5-493.3% ฐานแห้ง จากนั้นนำแผ่นฟักทองญี่ปุ่นที่เตรียมไว้อบแห้งด้วยอากาศร้อนที่เงื่อนไขต่างๆ

RMUTP & FTI-TAMS Sustainable Industrial Management Engineering

จนกระทั่งตัวอย่างมีความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 4.0% ฐานแห้ง สำหรับงานวิจัยนี้ในการอบแห้งแต่ละเงื่อนไขการทดลองใช้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักประมาณ 150±1 กรัม

2.2 อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อนแบบถาด (MEMMERT, รุ่น memmert-UNE/UFE, Germany) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการอบแห้งฟักทองญี่ปุ่น ดังแสดงในรูปที่ 1 ขนาดความจุของตู้อบลมร้อนประมาณ 53 ลิตร สามารถดำเนินการอบแห้งได้ครั้งละ 4 ถาด และปรับตั้งอุณหภูมิอากาศร้อนได้ในช่วง 40 °C-250 °C ซึ่งมีค่าความถูกต้อง ±0.5 °C มีระบบถ่ายเทอากาศ Ventilation ภายในห้องตู้อบลมร้อน และการควบคุมเป็นแบบ LED (Digital Display)

ภาพที่ 1 ลักษณะของตู้อบลมร้อนแบบถาด

2.3 การหาความชื้นของฟักทองญี่ปุ่น

การหาความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายของฟักทองญี่ปุ่นดำเนินการโดยนำตัวอย่างมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ หรือบดให้ละเอียดประมาณ 5-8 กรัม และนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 °C (MEMMERT, รุ่น memmert-UNE/UFE, Germany) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง [5] ซึ่งวิธีดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบได้กับวิธีมาตรฐาน AOAC [6] โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5%

สำหรับอัตราส่วนความชื้นของแผ่นฟักทองญี่ปุ่น (Moisture ratio; MR) สามารถหาได้จากสมการ (1)

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} \quad (1)$$

เมื่อ

M_t คือ ความชื้นของฟักทองญี่ปุ่นในขณะอบแห้งที่เวลาใดๆ, kg/kg (ฐานแห้ง)

M_o คือ ความชื้นเริ่มต้นของฟักทองญี่ปุ่น, kg/kg (ฐานแห้ง)

M_e คือ ความชื้นสมดุลของแผ่นฟักทองญี่ปุ่น, kg/kg (ฐานแห้ง)

อัตราการอบแห้งของฟักทองญี่ปุ่นอบแห้ง (Drying rate; DR) สามารถหาได้จากสมการ (2)

$$DR = -\frac{dM_t}{dt} \quad (2)$$

เมื่อ

DR คือ อัตราการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่น, kg water/kg dry matter s

t คือ เวลาในการอบแห้ง, s

2.4 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิดำเนินการด้วยการเปิดตู้อบลมร้อนแบบถาดจนกระทั่งได้อุณหภูมิของอากาศได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด จากนั้นนำแผ่นฟักทองญี่ปุ่นที่เตรียมไว้วางเรียงบนถาดสแตนเลส ขนาด 30x30 cm^2 ให้ได้น้ำหนักตามที่กำหนด จากนั้นนำถาดที่เตรียมตัวอย่างไว้แล้วเข้าตู้อบลมร้อน โดยการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นอากาศลมร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิดำเนินการที่อุณหภูมิอากาศร้อนในช่วง 65-90 °C โดยอบแห้งจนกระทั่งตัวอย่างเหลือความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 4.0% ฐานแห้ง สำหรับวิธีการอบแห้งในแต่ละเงื่อนไขทดลองแสดงในตารางที่ 1 สำหรับการเปลี่ยนแปลงความชื้นของตัวอย่างในขณะอบแห้งสามารถหาได้จากโดยการนำถาดบรรจุตัวอย่างออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 30 นาที ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล (Sartorius, model CP3202S, Germany) มีความถูกต้อง ± 0.01 กรัม โดยการทดลองแต่ละเงื่อนไขดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และค่าเฉลี่ยที่ได้นำมารายงานผล

ตารางที่ 1 วิธีการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่น

วิธีการอบแห้ง	ความหมาย
HA65	การอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 65 °C
HA90_1h/HA80_1h/HA70	การอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C
HA90_1h/ HA80_1h/HA70_1h/HA65	การอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C
HA90_1.5h/HA70	การอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และตามด้วย 70 °C

RMUTP & FTI 7th Sustainable Industrial Management Engineering

HA90_1.5h/HA80_1.5h/HA65	การอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C

2.5 การทดสอบคุณภาพด้านสี

การวัดสีของฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งในงานวิจัยนี้นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช ก่อนแล้วจึงนำไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง Colorimeter (HunterLab, ColorFlex, UK) ด้วยระบบการวัดสีแบบ CIE โดยวัดค่าเป็นแบบ L, a และ b ซึ่งค่า L คือ ความสว่างของวัตถุ (0 ดำ, 100 ขาว) a คือ ค่าสีแดง/เขียว (+ แดง, - เขียว) และค่า b คือ ค่าสีเหลือง/น้ำเงิน (+ เหลือง, - น้ำเงิน) อย่างไรก็ตามก่อนเริ่มต้นวัดสีของตัวอย่างต้องสอบเทียบเครื่อง Colorimeter กับแผ่นสีมาตรฐานทั้งแผ่นสีดำและแผ่นสีขาวก่อนการทดลองทุกครั้ง ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบวัดสีของฟักทองญี่ปุ่นผงซ้ำ 3 ครั้ง ในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง และค่าเฉลี่ยที่ได้นำมารายงานผล

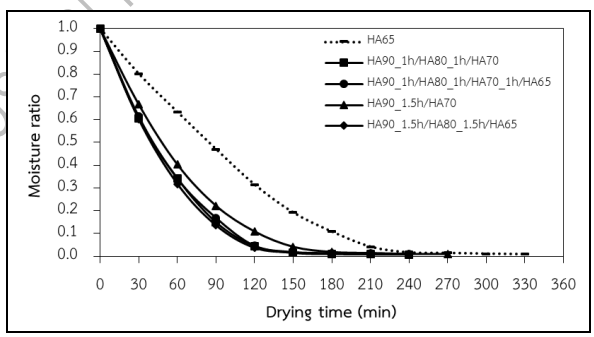
2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับงานวิจัยนี้พิจารณาจากข้อมูลค่าสีของผงฟักทองญี่ปุ่น โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple range test ด้วยโปรแกรม SPSS โดยข้อมูลจากการทดลองที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อพิจารณาความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

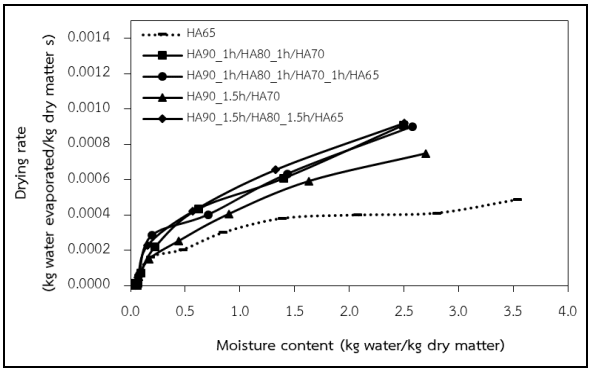
3. ผลการวิจัย

3.1 จลนพลศาสตร์ของการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่น

การศึกษาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่น ในงานวิจัยนี้เนื้อฟักทองญี่ปุ่นมีความชื้นเริ่มต้นอยู่ในระหว่าง 405.2-441.9% ฐานแห้ง โดยดำเนินการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิและอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิคงที่จนวัสดุมีความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 4% ฐานแห้ง จลนพลศาสตร์ของการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไขการอบแห้งต่างๆ เปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิคงที่แสดงในภาพที่ 2 จากผลการทดลองพบว่า การอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไข 90 °C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C, เงื่อนไข 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C และเงื่อนไข 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นไม่แตกต่างกัน ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งเท่ากัน คือ 240 นาที แต่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นมากกว่ากรณีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไข 90 °C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และตามด้วย 70 °C และการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิคงที่ 65 °C ตามลำดับ เนื่องจากการใช้อากาศอบแห้งที่มีอุณหภูมิสูงในช่วงที่แรกและช่วงที่สองของกระบวนการอบแห้งเป็นเวลานาน ช่วยเร่งให้ความชื้นที่อยู่ภายในวัสดุแพร่ออกจากวัสดุอย่างรวดเร็วกว่า [4] ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลของวัสดุให้สูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3 จึงทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่า อย่างไรก็ตามวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้อุณหภูมิคงที่ 65 °C พบว่า มีการใช้เวลาในการอบแห้งนานที่สุดคือใช้เวลาประมาณ 330 นาที เนื่องจากใช้อุณหภูมิในการอบแห้งคงที่และต่ำกว่ากรณีอื่นซึ่งทำให้อุณหภูมิของวัสดุต่ำกว่า ส่งผลให้ความชื้นภายในวัสดุค่อยๆแพร่ออกมาอย่างช้าๆ



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นของฟักทองญี่ปุ่นในขณะอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไขต่างๆ



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งของแผ่นฟักทองญี่ปุ่นในขณะอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เงื่อนไขการ

RMUTP Int'l Conf on Sustainable Industrial Management Engineering

อบแห้งแบบต่างๆ

3.2 สีของผงฟักทองญี่ปุ่นอบแห้ง

ลักษณะสีของผงฟักทองญี่ปุ่นและค่าสีของผงฟักทองญี่ปุ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิภายใต้เงื่อนไขการทดลองแบบต่างๆ แสดงในภาพที่ 4 และตารางที่ 1 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าฟักทองญี่ปุ่นผงที่ผ่านการอบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่ 90 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 °C มีค่าความสว่างของสี (L) มากกว่า แต่มีค่าสีแดง (+a) และค่าสีเหลือง (+b) ต่ำกว่าผงฟักทองญี่ปุ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยเงื่อนไขอื่น เนื่องจากการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่เงื่อนไขดังกล่าว วัสดุได้รับอุณหภูมิอบแห้งในช่วงแรกและและช่วงที่สองเป็นเวลาสั้น ซึ่งอาจจะทำให้อุณหภูมิของวัสดุอบแห้งต่ำกว่า จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้องน้อยกว่า [5] ในขณะที่ผงฟักทองญี่ปุ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิคงที่ 65 °C มีค่าความสว่างของสี (L) ต่ำกว่า แต่มีค่าสีแดง (+a) และค่าสีเหลือง (+b) สูงกว่าผงฟักทองญี่ปุ่นที่ผ่านการอบแห้งด้วยเงื่อนไขอื่น เนื่องจากการอบแห้งด้วยวิธีการดังกล่าวใช้เวลาในการอบแห้งนาน ทำให้ตัวอย่างอบแห้งสัมผัสกับอากาศร้อนเป็นเวลานาน ส่งผลให้ฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งมีสีคล้ำกว่ากรณีอื่น

ภาพที่ 4 ลักษณะสีของผงฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เงื่อนไขการอบแห้งแบบต่าง

ตารางที่ 1 ค่าสีของผงฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไขการทดลองต่างๆ

วิธีการอบแห้ง	L	a	b	เวลาอบแห้ง (นาที)
HA65	74.80±0.21^{a}	9.85±0.34^{c}	49.40±0.27^{d}	330
HA90_1h/HA80_1h/HA70	76.82±0.59^{c}	9.33±0.02^{b}	40.29±0.40^{a}	240
HA90_1h/HA80_1h/HA70_1h/HA65	77.43±0.09^{d}	7.44±0.29^{a}	39.74±0.65^{a}	240
HA90_1.5h/HA70	77.32±0.17^{d}	9.15±0.05^{b}	44.87±0.37^{c}	270
HA90_1.5h/HA80_1.5h/HA65	76.10±0.06^{b}	9.33±0.19^{b}	41.92±0.33^{b}	240

* ตัวอักษรยกที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

RMUTP & FTI 7th Sustainable Industrial Management Engineering

4. สรุปผล

การศึกษาผลของเงื่อนไขการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งและคุณภาพสีของผงฟักทองญี่ปุ่นที่ผ่านการอบแห้งแผ่นฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิคงที่ พบว่า วิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิทุกเงื่อนไขการทดลองมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าวิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้อุณหภูมิคงที่ การอบแห้งฟักทองญี่ปุ่นด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไข 90 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ตามด้วย 80 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และตามด้วย 65 $^{\circ}$C, เงื่อนไข 90 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 $^{\circ}$C และเงื่อนไข 90 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 $^{\circ}$C มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นมากกว่ากรณีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่เงื่อนไข 90 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และตามด้วย 70 $^{\circ}$C ส่งผลให้ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่า ในขณะที่แผ่นฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งด้วยอากาศร้อนโดยใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิที่ 90 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 80 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วย 70 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตามด้วย 65 $^{\circ}$C มีค่าความสว่างของสีมากกว่า แต่มีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมากกว่าผงฟักทองญี่ปุ่นอบแห้งที่เงื่อนไขอื่น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการ Innovation Hub-Agriculture & Food เพื่อสร้างเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมของประเทศตามนโยบายประเทศไทย 4.0 (สัญญาเลขที่ 083/2560) ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สุวิทย์ แพงกันยา และรริศรา อิ่มภาประเสริฐ, “การศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนที่มีต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งและคุณภาพสีของฟักทองญี่ปุ่นผง”, การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3 , หน้า 300-303, 2561.

[2] S. Paengkanya, P. Jumnongphan, and R. Impaprasert, “Effects of Drying Temperatures and Pretreatment Conditions on the Drying Kinetic and Color Quality of Japanese Pumpkin Powder obtained from Hot Air Drying”, 10th International Conference on Sciences, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB 2018) Vientiane, Lao PDR. July 11th -13th, pp.65-69, 2018.

[3] สุวิทย์ แพงกันยา, อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, “การอบแห้งทุเรียนแผ่นด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้เทคนิคการปรับลดระดับกำลังไมโครเวฟ”, วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับบัณฑิตศึกษา ปีที่ 16 ฉบับที่ 3, เดือนกรกฎาคม-กันยายน 2559, หน้า 102-111, 2559.

[4] สิทธิชัย ศรีไทย, สุวิทย์ แพงกันยา, อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์, “การผลิตมะม่วงอบแห้งโดยปราศจากการเติมสารละลายน้ำตาลโดยวิธีการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบใช้เทคนิคปรับลดระดับอุณหภูมิ”, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 ระหว่างวันที่ 31 พฤษภาคม-2 มิถุนายน 2560 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่, หน้า 607-613, 2560.

[5] S. Prachayawarakorn, C. Raikham, and S. Soponronnarit, “Effects of ripening stage and steaming time on quality attributes of fat free banana snack obtained from drying process including fluidized bed puffin”, Journal of Food Science and Technology, Vol. 53, pp. 946-955, 2016.

[6] Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis of the AOAC International, 16th ed., Gaithersburg, MD., 1995.

RMUTP & FTI 7th Sustainable Industrial Management Engineering