

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*)

The Study of Suitable Drying Characteristics for Dried Banana Chips (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*)

ชนะสิน สังข์ด้วง^{1*} ญัฐกร อินทรวิชะ¹ และ อติรัฐ มากสุวรรณ¹
Chanasin Sangdoun^{1*}, Nuttakorn Intaravicha¹
and Atirat Maksuwan¹

Received: 29 August 2023

Revised: 15 February 2024

Accepted: 16 February 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับอุณหภูมิและศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) วิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design, CRD) ประกอบด้วยระดับอุณหภูมิที่ต่างกัน 3 ระดับๆ ละ 5 ชั่วโมง คือ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียสตามลำดับ เพื่อคัดเลือกระดับอุณหภูมิที่มีผลทำให้ค่าความชื้นของเนื้อกล้วยแห้งไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกัลยอบ มาทำการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design, CRD) ประกอบด้วยระยะเวลาการรับอุณหภูมิที่ต่างกัน 3 ระดับๆ ละ 5 ชั่วโมง คือ 14, 15 และ 16 ชั่วโมงตามลำดับ โดยคัดเลือกผลกล้วยที่มีขนาดของผลใกล้เคียงกันจากการบ่มที่มีความสุกระดับ 4 คือมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียวหรือเรียกว่ากล้วยห่ามค่อนข้างสุก โดยควบคุมให้แต่ละถุงมีกล้วยที่ถูกหั่นเป็นแผ่นหนา 0.5 เซนติเมตรน้ำหนักรวมเริ่มต้น 50 กรัมต่อถุงและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Kruskal-Wallis One-way Analysis

¹หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

¹Department of Environmental Technology for Agriculture, Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok Thailand 10330

*ผู้รับผิดชอบประสานงาน (Corresponding author) e-mail: www.ohm.172537@gmail.com

of Variance by Ranks ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ การอบที่ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลาการรับอุณหภูมิ 16 ชั่วโมงทำให้ค่าความชื้นของเนื้อกล้วยเท่ากับร้อยละ 23.13 ± 2.24 และอยู่ในช่วงของมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ

คำสำคัญ: อุณหภูมิ ความชื้น กล้วยตาก

ABSTRACT

The objectives of this study were to (1) examine the temperature level and to (2) investigate the temperature period for the production of the banana chips drying (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*). The methodology of this research was divided into 2 steps: The first step employed a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 5 replications, including 45, 50 and 55 degree Celsius, in order to select the temperature level affecting, on moisture content of the banana was in accordance with the dried banana Thai SMEs standard, and the second step used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 5 replications including 14, 15 and 16 hours, respectively. Mean differences were also analyzed using Kruskal-Wallis One-way Analysis of Variance by Ranks at the 0.05 level of significance. The results showed that the optimum temperature structure for the production of the banana chips drying (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) was a temperature level of 45 degree Celsius in 16 hours of the temperature period in which the moisture content of the banana was 23.13 ± 2.24 and accordance with the dried banana Thai SMEs standard.

Keywords: Temperature; Moisture Content; Banana Chips Drying

บทนำ

กล้วยน้ำว้าตากแห้งหรือเรียกกันทั่วไปว่ากล้วยตาก เป็นผลไม้แห้งที่คนไทยนิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน [1] โดยใช้วิธีการถนอมอาหาร ซึ่งกล้วยตากทำจากกล้วยที่สุกงอมแล้วและกล้วยที่นิยมนำมาทำกล้วยตากคือกล้วยน้ำว้า เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวที่สุด มีปริมาณน้ำน้อย เมื่อตากแห้งจะได้กล้วยตากที่มีสีสวยและรสหวาน [2] ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยประมาณ 866,410 ไร่ เป็นพื้นที่ปลูกกล้วยไข่ 74,225 ไร่ กล้วยหอม 105,248 ไร่ และกล้วยน้ำว้า 686,937 ไร่ มูลค่าการส่งออกกล้วย 35,266 ตัน มูลค่า 799.83 ล้านบาท เป็นการส่งออก กล้วยไข่ 27,155 ตัน มูลค่า 290.46 ล้านบาท กล้วยหอม 3,297 ตัน มูลค่า 99.17 ล้านบาท กล้วยอื่นๆ ทั้งผลสดและแปรรูป 4,814 ตัน มูลค่า 410.20 ล้านบาท [3] ข้อมูลการส่งออกสินค้าเกษตรไปประเทศญี่ปุ่นของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์แสดงให้เห็นว่าสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นมากที่สุดคือกล้วย โดยมีตลาดส่งออกหลักอยู่ที่ ญี่ปุ่น ฮองกง และจีน ตามลำดับ [4] ปี 2565 สหรัฐอเมริกานำเข้าสินค้ากล้วยแปรรูปและกล้วยสด ไม่รวมกล้วยแพลนเทนจากทั่วโลกมูลค่า 2,286 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมา 3.17% โดยนำเข้าจากกัวเตมาลาเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือคอสตาริกาและเอกวาดอร์ ส่วนไทยนำเข้าเป็นลำดับที่ 10 มีมูลค่า 3.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพิ่มขึ้น

จากปีที่ผ่านมา 25.10% จากข้อมูลสถิติการปลูกกล้วยในประเทศไทยทำให้การจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในการผลิตกล้วยตากเกิดขึ้นในทุกภูมิภาคและเป็นองค์กรธุรกิจของชุมชนที่มีเป้าหมายเพื่อการสร้างความยั่งยืนของชุมชน ซึ่งมีความแตกต่างจากองค์กรธุรกิจทั่วไปที่มีเป้าหมายเพื่อผลกำไรเป็นหลัก เพื่อสร้างรายได้และการพึ่งพาตนเองของครอบครัว ชุมชนและระหว่างชุมชน [5] แต่ในวิสาหกิจชุมชนการผลิตกล้วยตากยังไม่มี การนำเทคโนโลยีการแปรรูปเข้ามาใช้มากนัก ในกระบวนการผลิตกล้วยตากยังคงใช้วิธีการแบบดั้งเดิมนี้ ปัญหาหลักคือกล้วยตากสกปรก เนื่องจากมีแมลงวันตอมและกล้วยตากเสียหายจากการเปียกฝน และพบว่า การผลิตกล้วยตากยังคงเหมือนเดิม ยังคงใช้วิธีการตากแบบธรรมชาติ เนื่องจากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ [1] ดังนั้นจากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นการทำแห้งเพื่อการแปรรูปกล้วยตากให้มีคุณภาพก่อนที่จะจำหน่ายจึงมีความสำคัญต่อความเชื่อถือและการยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่มีการประยุกต์ใช้หลักการทำให้แห้งเพื่อถนอมและการแปรรูปอาหารทั้งที่เป็นอาหารทั่วไปและกล้วย โดยการดึงน้ำออกจากโมเลกุลของอาหารเพื่อเป็นการลดปริมาณน้ำหรือความชื้นในสภาพแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ ซึ่งการลดปริมาณน้ำทำให้ค่าความชื้นภายในอาหารลดลงส่งผลต่อการลดลงของค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity; a_w) ภายในเนื้ออาหาร ซึ่งการทำแห้งนั้นประกอบด้วยหลักสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การเอาน้ำออกโดยการระเหย การตกผลึกของน้ำเป็นน้ำแข็งและการเติมตัวถูกละลายร่วมกับกรรมวิธีต่างๆ เช่น การตากแดด การอบ การเชื่อม การกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น อาทิ จากการศึกษาของ รุ่งโรจน์ และคณะ [6] เกี่ยวกับการอบแห้งกระเทียมเชื่อม พบว่าการอบแห้งกระเทียมเชื่อมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสร่วมกับระยะเวลาการอบแห้ง 8 ชั่วโมง ส่งผลให้คุณลักษณะทางกายภาพมีความเหมาะสมที่สุด ขณะที่ภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสร่วมกับระยะเวลาการอบ 8 ชั่วโมง ส่งผลให้คุณลักษณะทางเคมีมีความเหมาะสมที่สุด ในขณะที่ผลการศึกษาของ ปกรณ์เกียรติ [7] เกี่ยวกับการอบแห้งกระชายดำด้วยการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นไมโครเวฟ พบว่าเมื่อใช้กำลังไมโครเวฟสูงสุดจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อย และอุณหภูมิผิวกระชายดำอบแห้งสูงสุด 85 องศาเซลเซียสจะมีการหดตัวและสีเปลี่ยนแปลงลงจนจำเพาะต่ำสุด และเมื่อกำหนดเงื่อนไขอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแตกต่างกัน พบว่าค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งจากผลการศึกษาของ ศรีมา และคณะ [8] เกี่ยวกับการอบแห้งกระชายดำด้วยลมร้อนร่วมกับการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรด เพื่อเป็นการกระตุ้นการดึงน้ำออกจากโมเลกุลของเนื้อกระชายดำ พบว่าระยะเวลาการอบแห้งอยู่ในช่วง 8.5 ถึง 15.5 ชั่วโมง และมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะน้อยที่สุด อีกทั้งปริมาณน้ำอิสระของการอบแห้งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารแห้ง

นอกจากนี้ผลการศึกษาของ จันทรเพ็ญ และเสนห์ [9] เกี่ยวกับการอบกล้วยน้ำว้าสุกด้วยลมร้อน พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมคืออุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 ชั่วโมง จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอมเหลือง อีกทั้ง พัทรี และคณะ [10] ได้ศึกษาการอบกล้วยน้ำว้าด้วยลมร้อนร่วมกับการกระตุ้นการดึงน้ำออกจากโมเลกุลของเนื้อกล้วยน้ำว้าด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรด พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาการอบที่เหมาะสมคืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบเป็นเวลา 25 นาทีรวมกับการกระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดพลังงานเท่ากับ 700 วัตต์ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ระหว่าง 0.55–0.81 และจะมีแนวโน้มที่ต่ำลงเมื่อเพิ่มพลังงานอินฟราเรด อุณหภูมิลมร้อนและเวลาในการอบ

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิและระยะเวลาการรับอุณหภูมิ (การอบ) ที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะเฉพาะเจาะจง (Niche) ของอาหารที่นำมาทำการอบแห้ง ถึงแม้จะเป็นกล้วยเหมือนกัน พันธุ์เดียวกัน ก็มีค่าอุณหภูมิและระยะเวลาการรับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จากผล

การศึกษาลักษณะเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น โดยการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิเกี่ยวกับการแปรรูปกล้วยตากในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชด้วยวิธีการคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ภายใต้เงื่อนไขคือ เป็นพื้นที่ที่ปัจจุบันที่ยังคงมีการแปรรูปกล้วยตากเป็นอาชีพพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ยังมีการแปรรูปกล้วยตากเป็นอาชีพได้แก่ อำเภอปากพนังและอำเภอนบพิตำ มีการใช้กล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (หรือกล้วยน้ำว้าปากพนัง) สำหรับการแปรรูปกล้วยตากจำหน่ายเป็นอาชีพอยู่มากในพื้นที่ แต่กระบวนการผลิตกล้วยตากยังคงใช้วิธีการแบบดั้งเดิมทำให้เกิดปัญหากล้วยตากสกปรกเนื่องจากมีแมลงวันตอมและกล้วยตากเสียหายเกิดราเนื่องจากการเปียกฝน ทั้งนี้จากผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานทางราชการได้แก่ ศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 4 นครศรีธรรมราช กรมส่งเสริมการเกษตร พบว่า ได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวมากที่สุดของจังหวัดนครศรีธรรมราช สอดคล้องกับข้อมูลทางสถิติจากทะเบียนเกษตรกรช่วงปี 2560 – 2565 พบว่าจังหวัดนครศรีธรรมราชมีการส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวเป็นจำนวนมากคิดเป็น 1,295 ไร่ จำนวน 486 ครัวเรือน ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับอุณหภูมิ และ 2) ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้ง ที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) หลังจากนั้นวิเคราะห์หา ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้ง ที่มีผลทำให้ค่าความชื้นของเนื้อกล้วยเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ (มอก. เอส 95-2563) การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ นอกจากจะได้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตกล้วยตากที่เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบแล้ว ยังสามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาพัฒนาต่อยอดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตกล้วยตากที่มีลักษณะเฉพาะของพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) 2) ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) รายละเอียดมีดังนี้

1. ศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*)

1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ระดับอุณหภูมิซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส ตัวแปรตามจำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ น้ำหนักกล้วยหลังอบและร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วย ตัวแปรควบคุมจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยวัตถุดิบ สีของกล้วยวัตถุดิบและระยะเวลาของการอบ 15 ชั่วโมง

1.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง 5 ซ้ำ รวม 15 หน่วยทดลอง แต่ละสิ่งทดลองได้รับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียสตามลำดับ

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ อุปกรณ์ครัว เครื่องอบลมร้อน คุกกี้ดาด้าสีน้ำตาล เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โถดูดความชื้น

1.4 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

1.4.1 เตรียมกล้วยวัตถุดิบ โดยคัดเลือกกล้วยวัตถุดิบที่อยู่ในสภาพการแก่ (mature) ที่ใกล้เคียงกัน โดยคัดเลือกมาในลักษณะที่เป็นเครือมาทำการบ่มให้สุกเองตามธรรมชาติ ตัดแบ่งเป็นหวีๆและเพื่อควบคุมอุณหภูมิและการหมุนเวียนของลม จึงเก็บกล้วยในกระสอบป่านทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 5 วัน [11]

คัดเลือกผลกล้วยที่มีขนาดของผลใกล้เคียงกันจากการบ่มที่มีความสุกระดับ 4 คือมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว หรือเรียกว่ากล้วยห่ามค่อนข้างสุก [12] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสี ลักษณะเนื้อ กลิ่น และรสเรียกว่า overt changes เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถวัดค่าได้ด้วยการมองเห็น ตมกลิ่น ชิมรสและการสัมผัสด้วยมือ ผลกล้วยที่ยังดิบจะมีเปลือกเป็นสีเขียวและลักษณะเนื้อแข็งสีขาว เมื่อผลเริ่มสุกเปลือกจะมีสีเขียวอ่อนและเนื้อเริ่มอ่อนตัวมีสีขาวชัด เนื้อจะเริ่มอ่อนตัวจากข้างในมาข้างนอกและจากปลายผลไปหาส่วนโคน ต่อมาเปลือกจะเป็นสีเหลืองอมเขียวและเนื้อจะอ่อนทั้งผล สีเปลือกจะค่อยๆเหลืองยกเว้นที่ส่วนปลายและก้านยังคงเขียวอยู่ ในที่สุดผลกล้วยทั้งผลจะเหลือง [13]

1.4.2 เตรียมชุดการทดลอง 15 หน่วยทดลอง ในแต่ละหน่วยทดลองประกอบด้วยผลกล้วยที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 1.4.1 มาปอกเปลือกลอกเส้นน้ำเลี้ยงออก ล้างสิ่งสกปรกด้วยน้ำสะอาดแล้วแบ่งเป็นส่วนต่อผล นำชิ้นส่วนของกล้วยที่ถูกแบ่งใส่ลงในถุงกระดาษ 15 ถุง โดยควบคุมให้แต่ละถุงมีกล้วยที่ถูกหั่นเป็นแผ่นหนา 0.5 เซนติเมตร น้ำหนักรวมเริ่มต้น 50 กรัมต่อถุงก่อนนำไปอบเพื่อหาความชื้นของเนื้อกล้วยด้วยตู้อบลมร้อน

1.4.3 เก็บข้อมูลตัวแปรตามได้แก่ น้ำหนักกล้วยหลังอบเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการอบโดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงแล้วนำไปพักไว้ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและคำนวณค่าความชื้นของเนื้อกล้วยตามวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นอาหาร ยา เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์ที่ใช้ทางการเกษตร (Association of Official Analytical Chemists: AOAC) [14]

1.4.4 วิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรตามได้แก่ ค่าความชื้นของเนื้อกล้วย โดยนำชุดข้อมูลดิบ (raw data) มาทดสอบว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามเงื่อนไขของ Parametric statistics สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้วย Analysis of Variance (ANOVA) หรือไม่ [15] โดย 1) ทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาได้มาจากการที่มีการกระจายตัวภายใต้โค้งปกติหรือไม่ด้วย The Kolmogorov-Smirnov One-sample Test 2) ทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกันนั้นได้มาจากการสุ่มหรือไม่ด้วย The One-sample Runs Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ซึ่งสามารถแบ่งผลการทดสอบออกได้เป็น 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 ชุดข้อมูลดิบขาดคุณสมบัติตามเงื่อนไขของ Parametric statistics สามารถเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Nonparametric statistics: The Kruskal-Wallis One-way Analysis of Variance by Ranks (K-W test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

กรณีที่ 2 ชุดข้อมูลดิบมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขของ Parametric statistics สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจากค่าความชื้นของเนื้อกล้วยด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความชื้นของเนื้อกล้วยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

2. ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*)

ดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนการศึกษาเช่นเดียวกันกับการศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) โดยนำระดับอุณหภูมิที่ทำให้ค่าความชื้นของเนื้อกล้วยเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ จากการศึกษาในข้อที่ 1 มาทำการศึกษาระยะเวลาการรับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design, CRD) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง คือ ช่วงระยะเวลาการรับอุณหภูมิที่ต่างกัน 3 ระดับๆ ละ 5 ชั่วโมง คือ 14, 15 และ 16 ชั่วโมง สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ รวม 15 หน่วยทดลอง

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*)

1.1 ผลการศึกษาร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเมื่อสิ้นสุดการทดลองภายใต้ระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ผลการศึกษาพบว่าสิ่งทดลองที่ 1 ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยสูงที่สุดเท่ากับ 23.51 รองลงมาร้อยละ 20.08 19.92 17.17 และ 16.60 ตามลำดับ ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเท่ากับ 19.45 ± 2.75 สิ่งทดลองที่ 2 ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยสูงที่สุดเท่ากับ 15.74 รองลงมาร้อยละ 14.60 13.89 12.64 และ 11.28 ตามลำดับ ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเท่ากับ 13.63 ± 1.73 และสิ่งทดลองที่ 3 ระดับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยสูงที่สุดเท่ากับ 9.90 รองลงมาร้อยละ 9.43 7.75 7.14 และ 6.57 ตามลำดับ ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเท่ากับ 8.16 ± 1.44 (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยจากการอบที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกันเป็นเวลา 15 ชั่วโมง

	45 องศาเซลเซียส	50 องศาเซลเซียส	55 องศาเซลเซียส
1	20.08	11.28	6.57
2	19.92	13.89	7.75
3	23.51	12.64	9.90
4	17.17	15.74	9.43
5	16.60	14.60	7.14
เฉลี่ย	19.45 ± 2.75	13.63 ± 1.73	8.16 ± 1.44

1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติของชุดข้อมูลดิบจากตารางที่ 1 ด้วย The Kolmogorov-Smirnov One-sample Test พบว่าค่า The test statistic $D (D_{cal})$ ของสิ่งทดลองที่ 1 ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สิ่งทดลองที่ 2 ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และสิ่งทดลองที่ 3 ระดับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.211 0.159 และ 0.211 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า critical values of $D (D_{crit})$ ที่ sample size (N) = 5 และ ค่า $\alpha = 0.05$ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.565 แสดงให้เห็นว่า D_{cal} ของสิ่งทดลองที่ 1 สิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าน้อยกว่า D_{crit} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาของแต่ละสิ่งทดลองไม่ได้มาจากประชากรที่มีการกระจายตัวภายใต้โค้งปกติ

1.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติของชุดข้อมูลดิบจากตารางที่ 1 ด้วย The One-sample Runs Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) พบว่าค่า The test statistic $r (r_{cal})$ ของสิ่งทดลองที่ 1 ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สิ่งทดลองที่ 2 ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และสิ่งทดลองที่ 3 ระดับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 2 4 และ 3 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่า critical values of $r (r_{crit})$ ที่ n_1 เท่ากับ 3 และ n_2 เท่ากับ 2 ที่ค่า $\alpha = 0.05$ พบว่าค่า r_{cal} ของทุกสิ่งทดลองไม่อยู่ในขอบเขตของการพิจารณาสำหรับการเปรียบเทียบกับค่า r_{crit} หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยกันนั้นไม่ได้มาจากวิธีการสุ่ม

1.4 จากผลการทดสอบชุดข้อมูลดิบพบว่าขาดคุณสมบัติตามเงื่อนไขของ Parametric statistics ดังนั้นจึงต้องเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยจากการอบที่ระดับ

อุณหภูมิแตกต่างกันเป็นเวลา 15 ชั่วโมงด้วย K-W test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) พบว่า The test statistic H เท่ากับ 12.500 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า χ^2 วิฤติจากตารางที่ df=2, ค่า $\alpha = 0.05$ มีค่าเท่ากับ 5.991 แสดงให้เห็นว่าค่า H มีค่ามากกว่าค่า χ^2 วิฤติ หมายความว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะไม่เชื่อว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน (Accept H_A) แต่ในขณะเดียวกันการสรุปว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันก็ไม่เป็นความจริง (Reject H_0) ดังนั้นเมื่อใช้ค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ย ร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนทั้งที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาพบว่า ค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่ 1 ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ (ดังภาพที่ 1) และ ค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่ 1 แตกต่างจากค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของเนื้อมากกล้วยจากการอบของสิ่งทดลองที่ 1 ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

2. ผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*)

2.1 ผลการศึกษาร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเมื่อสิ้นสุดการทดลองภายใต้ช่วงระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ผลการศึกษาพบว่าสิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาของการอบ 14 ชั่วโมง มีร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยสูงที่สุดเท่ากับ 24.31 รองลงมาร้อยละ 20.79 19.49 18.86 และ 15.74 ตามลำดับ ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเท่ากับ 19.84 ± 3.11 สิ่งทดลองที่ 2 ระยะเวลาของการอบ 15 ชั่วโมง มีร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยสูงที่สุดเท่ากับ 27.33 รองลงมาร้อยละ 25.99 25.90 23.76 และ 20.59 ตามลำดับ ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเท่ากับ 24.71 ± 2.63 และสิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาของการอบ 16 ชั่วโมง มีร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยสูงที่สุดเท่ากับ 25.89 รองลงมาร้อยละ 23.72 23.23 23.18 และ 19.65 ตามลำดับ ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อมากกล้วยเฉลี่ยเท่ากับ 23.13 ± 2.24 (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อกล้วยภายใต้ช่วงระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ภายใต้ระดับอุณหภูมิการอบที่ 45 องศาเซลเซียส

	14 ชั่วโมง	15 ชั่วโมง	16 ชั่วโมง
1	19.49	23.76	23.23
2	20.79	25.90	23.18
3	18.86	25.99	19.65
4	24.31	27.33	25.89
5	15.74	20.59	23.72
เฉลี่ย	19.84±3.11	24.71±2.63	23.13±2.24

2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติของชุดข้อมูลดิบจากตารางที่ 2 ด้วย The Kolmogorov-Smirnov One-sample Test พบว่าค่า The test statistic $D (D_{cal})$ สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาของการอบ 14 ชั่วโมง สิ่งทดลองที่ 2 ระยะเวลาของการอบ 15 ชั่วโมง และสิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาของการอบ 16 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.180 0.274 และ 0.308 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า critical values of $D (D_{crit})$ ที่ sample size $(N) = 5$ และ ค่า $\alpha = 0.05$ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.346 แสดงให้เห็นว่า D_{cal} ของ สิ่งทดลองที่ 1 สิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าน้อยกว่า D_{crit} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาของแต่ละสิ่งทดลองไม่ได้มาจากประชากรที่มีการกระจายตัวภายใต้โค้งปกติ

2.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติของชุดข้อมูลดิบจากตารางที่ 1 ด้วย The One-sample Runs Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) พบว่าค่า The test statistic $r (r_{cal})$ ของสิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาของการอบ 14 ชั่วโมง สิ่งทดลองที่ 2 ระยะเวลาของการอบ 15 ชั่วโมง และสิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาของการอบ 16 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4 3 และ 3 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่า critical values of $r (r_{crit})$ ที่ n_1 เท่ากับ 3 และ n_2 เท่ากับ 2 ที่ค่า $\alpha = 0.05$ พบว่าค่า r_{cal} ของทุกสิ่งทดลองไม่อยู่ในขอบเขตของการพิจารณาสำหรับการเปรียบเทียบกับค่า r_{crit} หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยกันนั้นไม่ได้มาจากวิธีการสุ่ม

2.4 จากผลการทดสอบชุดข้อมูลดิบพบว่าขาดคุณสมบัติตามเงื่อนไขของ Parametric statistics ดังนั้นจึงต้องเปรียบเทียบค่าร้อยละค่าความชื้นของเนื้อกล้วยภายใต้ช่วงระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน 3 ระดับด้วย K-W test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) พบว่า The test statistic H เท่ากับ 5.780 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า χ^2 วิฤติจากตารางที่ df.=2, ค่า $\alpha = 0.05$ มีค่าเท่ากับ 5.991 แสดงให้เห็นว่าค่า H มีค่าน้อยกว่าค่า χ^2 วิฤติ หมายความว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะไม่เชื่อว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน (Accept H_0) แต่ในขณะเดียวกันการสรุปว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยมีความแตกต่างกันก็ไม่ใช่ความจริง (Reject H_0) ดังนั้นค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยของทั้ง 3 สิ่งทดลองจึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาแนวโน้มร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนทั้งที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา พบว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่ 3 อยู่ระหว่างสิ่งทดลองที่ 1 ซึ่งมีแนวโน้มลดลง และสิ่งทดลองที่ 2 ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบตามลำดับ โดยค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยที่มีแนวโน้มลดลงมีโอกาสส่งผลทำให้เนื้อกล้วยหลังจากการอบเกิดการเน่าเสียอันเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์

ในทางตรงกันข้ามค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยที่มีแนวโน้มสูงกว่ามาตรฐานอาจส่งผลต่อสภาพผิวของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นถึงแม้ผลการสรุปผลจากการวิเคราะห์สถิติทดสอบสมมติฐานจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาโดยใช้แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยที่มีแนวโน้มลดลง และมีแนวโน้มสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่จะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์การพิจารณาแล้วพบว่า สิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาของการอบ 16 ชั่วโมงมีค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยที่เหมาะสมและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเนื้อกล้วยจากการอบของสิ่งทดลองที่ 3 ได้รับอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง

3. ผลการเปรียบเทียบค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ก่อนการทดลองจากผลเนื้อกล้วยตัวแทนจากทั้ง 2 การทดลอง ถูกแสดงให้เห็นในตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ก่อนการทดลองของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การอบที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ เป็นเวลา 15 ชั่วโมง			การทดลองที่ 2 ช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ จากการอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส		
45 องศา เซลเซียส	50 องศา เซลเซียส	55 องศา เซลเซียส	14 ชั่วโมง	15 ชั่วโมง	16 ชั่วโมง
18 $^{\circ}$ Brix	20 $^{\circ}$ Brix	18 $^{\circ}$ Brix	16 $^{\circ}$ Brix	14 $^{\circ}$ Brix	11 $^{\circ}$ Brix

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ก่อนการทดลองของเนื้อกล้วยระหว่างการทดลองที่ 1 และ การทดลองที่ 2 ด้วย The Mann-Whitney U Test พบว่าค่า The test statistic U ระหว่าง การทดลองที่ 1 และ การทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเปิดตารางมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับค่า Uวิกฤต ของตารางมาตรฐานที่ $n_1, n_2 = 3$ และค่าคำนวณ U เท่ากับ 0 ที่ระดับความเชื่อมั่น (Level of significance) เท่ากับ 0.05 พบว่าค่า U วิกฤต มีค่าเท่ากับ 0.050 ซึ่งมีค่าเท่ากับระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.05 ดังนั้นสามารถแปลผลการทดสอบสมมติฐานได้ว่า ค่าความหวานหรือ

ปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ระหว่างการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) หมายความว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะไม่เชื่อว่าค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ระหว่างการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกัน (Accept H_0) แต่ในขณะเดียวกันการสรุปว่า ค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ระหว่าง การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันก็ไม่ใช่ความจริง (Reject H_A)

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ระหว่าง การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 จึงสรุปได้ว่าค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ระหว่าง การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

เมื่อพิจารณาค่า $^{\circ}$ Brix สำหรับกล้วยน้ำว้าสุกตามผลการศึกษาของ [10] จะมีค่าอยู่ในช่วง 22 – 24 $^{\circ}$ Brix เป็นเกณฑ์ในการเริ่มแบ่งอัตราภาคขึ้นของการพิจารณาความแตกต่างของจำนวนผลระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ก่อนการทดลองของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลอง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนผลระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ก่อนการทดลองของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลอง

ช่วง $^{\circ}$ Brix ของกล้วยน้ำว้าสุก	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24
จำนวนผลกล้วย	1	3	1	1	0

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ก่อนการทดลองของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลอง ด้วย The Kolmogorov – Smirnov One – sample Test พบว่าค่า The test statistic $U_{D_{Max}}$ (Derivative Maximum) มีค่าเท่ากับ 0.233 เมื่อเปิดตารางมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับ ค่า D_{Max} วิกฤตของตารางมาตรฐานที่ $N = 6$ และระดับความเชื่อมั่น (Level of significance) เท่ากับ 0.05 พบว่า ค่า D_{Max} วิกฤต มีค่าเท่ากับ 0.521 ซึ่งน้อยกว่า D_{Max} วิกฤต (D_{Max} คำนวณ = 0.233 < D_{Max} วิกฤต = 0.521) ดังนั้นสามารถแปลผลการทดสอบสมมติฐาน ได้ว่าจำนวนผลกล้วยที่ใช้ทั้ง 2 การทดลองระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) หมายความว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะไม่เชื่อว่าจำนวนผลระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลองไม่แตกต่างกัน (Accept H_0) แต่ในขณะเดียวกันการสรุปว่าจำนวนผลระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลองมีความแตกต่างกันก็ไม่ใช่ความจริง (Reject H_A)

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนผลระหว่างช่วงของความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ก่อนเริ่มทำการทดลองของเนื้อกล้วยทั้ง 2 การทดลองจึงสรุปได้ว่ากล้วยทั้ง 6 ผลนำมาทดลองมีความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของเนื้อกล้วยก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) เป็นเวลา 15 ชั่วโมง พบว่าร้อยละค่าความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยของที่ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) และทั้งสามระดับอุณหภูมิก็มีแนวโน้มไม่เกินมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบแต่เนื่องจากที่ระดับอุณหภูมิของการอบเท่ากับ 45 องศาเซลเซียสจะใช้พลังงานความร้อนน้อยกว่าที่ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จึงได้นำระดับอุณหภูมิการอบเท่ากับ 45 องศาเซลเซียส ไปศึกษาระยะเวลาการรับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อไป โดยจากผลการศึกษาพบว่าค่าร้อยละค่าความชื้นของเนื้อกล้วยเฉลี่ยของระยะเวลาของการรับอุณหภูมิ 14 ชั่วโมงมีแนวโน้มลดลง และระยะเวลาของการอบแห้ง 15 ชั่วโมงมีแนวโน้มสูงกว่าช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ ตามลำดับ ในขณะที่ระยะเวลาของการรับอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง มีผลทำให้ร้อยละค่าความชื้นของเนื้อกล้วยเท่ากับร้อยละ 23.13 ± 2.24 ซึ่งอยู่ในช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ

อีกทั้งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดก่อนการทดลองของเนื้อกล้วยที่สุ่มมาเป็นตัวแทนทั้ง 2 การทดลอง และจำนวนผลกล้วยในแต่ละช่วงของค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) ซึ่งผลการศึกษาร้อยละค่าความชื้นของเนื้อกล้วยจากการใช้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมดังกล่าวนี้ ทำให้ค่าความชื้นของเนื้อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวอยู่ในมาตรฐานได้เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาการอบกล้วยที่มาจากต่างชนิดหรือแม้แต่การใช้เทคนิคการอบแห้งที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้มีการใช้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งอื่นๆ ที่เหมาะสมแตกต่างกัน อาทิ ผลการศึกษาของ สุริยา [16] เกี่ยวกับการพัฒนากล้วยตากโดยการอบแห้งแบบลมร้อนร่วมกับการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟระบบสุญญากาศ พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบคืออุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง

สิริสวัสดิ์ และทวีวัฒน์ [17] ได้ศึกษาการอบกล้วยน้ำว้าด้วยความร้อนทั้งจากระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบคืออุณหภูมิเฉลี่ย 46.23 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 62 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการศึกษาทำให้พบว่ามีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ความร้อนทั้งจากระบบปรับอากาศมาอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรประเภทกล้วย เนื่องจากน้ำที่แลกเปลี่ยนความร้อนออกมาจากคอนเดนเซอร์นั้น มีอุณหภูมิที่สูงเพียงพอที่จะที่ใช้อุณหภูมิช่วง 40 - 60 องศาเซลเซียสในการอบกล้วยน้ำว้า อีกทั้งจากการนำความร้อนทั้งจากระบบปรับอากาศมาใช้ในการอบแห้งนั้นยังเป็นการใช้พลังงานให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ธนากรณ์ และคณะ [18] ศึกษาการอบกล้วยน้ำว้าด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน พบว่าระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาทีจะให้ผลที่ดีที่สุด ใช้เวลาในการอบน้อยและกล้วยน้ำว้าที่อบยังมีคุณภาพดีเมื่อเทียบกับกล้วยที่ผ่านการอบด้วยระดับพลังงาน ความเร็วลม และอุณหภูมิอื่น ธารัตน์ และคณะ [19] ศึกษาผลของอุณหภูมิและความสูงต่อค่าการนำไฟฟ้า ความชื้นและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าระหว่างกระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก พบว่าอุณหภูมิและความสูงของกล้วยมีผลต่อสมบัติของกล้วย โดยกล้วยสุกเหมาะที่จะนำมาผลิตกล้วยตากด้วยวิธีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก และอุณหภูมิที่คาดว่าจะเหมาะสมต่อการผลิตอยู่ในช่วง 60-65 องศาเซลเซียส ยุทธชัย [20] ศึกษาการออกแบบและทดสอบตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาสซีฟ พบว่าตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำอุณหภูมิที่บริเวณทางเข้าห้องอบได้ประมาณ 55 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิภายใน

ห้องอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53 องศาเซลเซียส ความชื้นลดลงให้เหลือ 10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา อีกทั้งยังสามารถลด เวลาในการอบกล้วยลงได้เมื่อเทียบกับการตากกล้วยตากแบบดั้งเดิม

จากผลการศึกษาในครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบการใช้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการรับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลการศึกษาที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ชนิดสายพันธุ์ของกล้วยและวิธีการอบแห้งจะแตกต่างกัน แต่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการรับอุณหภูมิที่เหมาะสมดังกล่าวนั้นก็ทำให้ออกกล้วยเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบเหมือนกัน ดังนั้นวิธีการศึกษาในครั้งนี้เป็นวิธีการแสวงหาความรู้เพื่อเข้าถึงความจริงด้วยการอ้างเหตุผลแบบนิรนัย (Deduction Inference Reasoning) [21] คือ เริ่มจากความจริงสากล (Truth) นั่นคือค่าความชื้นของเนื้อกล้วยจากการอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ แล้วจากผลการศึกษาทำให้ได้ความจริงเฉพาะ (Fact) นั่นคือค่าความชื้นของเนื้อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) ที่เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ ซึ่งเป็นการยืนยันความจริงสากลอีกครั้งหนึ่งว่าความชื้นของมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ วิธีการแสวงหาความรู้เพื่อเข้าถึงความจริงด้วยการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยในการวิจัยครั้งนี้นอกจากจะใช้วิธีการทบทวนจากเอกสารจากแหล่งข้อมูลทางวิชาการแล้วยังได้มีการประยุกต์ใช้สถิติทดสอบสมมติฐานแบบ Nonparametric statistics เพื่อทดสอบคุณสมบัติของชุดข้อมูลดิบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขของ Parametric statistics หรือไม่ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลดิบทั้ง 2 การทดลองของคุณสมบัติตามเงื่อนไขของ Parametric statistics จำนวน 2 ข้อ คือ 1) กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาไม่ได้มาจากประชากรที่มีการกระจายตัวภายใต้โค้งปกติ และ 2) กลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกันนั้นไม่ได้มาจากวิธีการสุ่ม จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจากค่าความชื้นของเนื้อกล้วยด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความชื้นของเนื้อกล้วยแบบ Parametric statistics ได้ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย K-W test การประยุกต์ Nonparametric statistics ดังกล่าวนอกจากจะถูกใช้ในการวิจัยครั้งนี้แล้วยังได้มีการประยุกต์ใช้สำหรับการวิจัยทางการเกษตรที่มีจำนวนชุดข้อมูลดิบน้อยๆ ด้านอื่นๆ อีก อาทิ เอกสิทธิ์ [22] ได้ประยุกต์ใช้ K-W test สำหรับวิธีการแสวงหาความรู้เพื่อเข้าถึงความจริงด้วยการอ้างเหตุผลแบบอุปนัย (Induction Inference Reasoning) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวของจังหวัดบุรีรัมย์ จากการนำเทคโนโลยีควบคุมอุณหภูมิสำหรับการอนุบาลลูกไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวไปใช้ประโยชน์ กริช [23] ได้ประยุกต์ใช้ K-W test สำหรับวิธีการแสวงหาความรู้เพื่อเข้าถึงความจริงด้วยการอ้างเหตุผลแบบนิรนัย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกไก่พื้นเมืองพันธุ์โคราชจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีควบคุมแสงสำหรับการอนุบาลลูกไก่พื้นเมืองพันธุ์โคราช

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในครั้งนี้แล้วพบว่าค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยจากการอบเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง ที่ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่มีแนวโน้มลดลงซึ่งแตกต่างจากระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) และค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยจากการอบที่ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 ชั่วโมงมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างจากระดับอุณหภูมิ 16 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) โดยค่าร้อยละความชื้นของเนื้อกล้วยจากการอบที่มีแนวโน้มลดลงอาจส่งผลทำให้เนื้อกล้วยหลังจากการอบเกิดการเน่าเสีย อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำตาลสูงและค่าปริมาณน้ำในอาหาร (a_w) ต่ำ จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราบางประเภทยังสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ คือ osmotolerant yeast สำหรับเชื้อราที่พบส่วนใหญ่เป็นพวก *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* และ *Rhizopus* ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราจึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย [24] ในทาง

ตรงกันข้ามค่าร้อยละความชื้นของเนื้อมากกว่าจากการอบที่ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลา 16 ชั่วโมงที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) มีโอกาสอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์คือ การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไปซึ่งอาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก [25]

อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าจากผลการศึกษานั้น การเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมากกว่าที่มีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเนื้อมากกว่าจากการทดลองที่ 2 (ภาพที่ 2) มีสีน้ำตาลที่เข้มกว่าจากการทดลองที่ 1 (ภาพที่ 1) โดยที่ระดับอุณหภูมิของการอบเท่ากัน ค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ก่อนการทดลองของเนื้อมากกว่าที่สุ่มมาเป็นตัวแทนทั้ง 2 การทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือการทดลองที่ 2 ใช้เวลาในการอบมากกว่าการทดลองที่ 1 อยู่ 1 ชั่วโมง หรือกล่าวได้อีกอย่างว่าเกิดการหน่วงของเวลาในการอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นระดับอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสำหรับเนื้อมากกว่าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) การหน่วงของเวลาในการอบจาก 15 ชั่วโมงไปเป็น 16 ชั่วโมงนั้น ผลของปฏิกิริยาเคมีและพลังงานความร้อนจะทำให้ผิวของเนื้อมากกว่าเกิดสีน้ำตาลเข้มขึ้นเพราะการหน่วงของเวลาในการอบจะทำให้การระเหยที่ผิวและการเคลื่อนที่ของน้ำหรือสารละลายของน้ำตาล โปรตีน จากภายในเนื้อมากกว่านั้น เกิดการเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิวและเกิดเป็นสีน้ำตาลได้ทั่วทั้งผิวโดยไม่แห้งก่อนเวลาอันควร อีกทั้งยังเป็นการป้องกัน การเสียคุณค่าอาหาร สารระเหย การสลายของวิตามินซี และแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน [26] ดังนั้นผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบสำหรับลักษณะเฉพาะของกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) ของพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของเนื้อมากกว่าอยู่ในช่วงระหว่าง $10^\circ \text{ Brix} - 21^\circ \text{ Brix}$ ด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) คือระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสภายใต้ระยะเวลาของการรับอุณหภูมิ 16 ชั่วโมงทำให้ค่าความชื้นของเนื้อมากกว่ามีอยู่ในช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเนื้อมากกว่าร้อยละ 23.13 ± 2.24 ผลการศึกษาวินิจฉัยในครั้งนี้ นอกจากจะได้สภาวะที่เหมาะสมในการอบกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว (*Musa (ABB) 'Namwa Kap Khao'*) อยู่ในช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมเนื้อมากกว่าแล้ว ยังสามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาพัฒนาต่อยอดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตกล้วยตากที่มีลักษณะเฉพาะของพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

References

- [1] Janchai, S. (2016). *Parabola Dome: the Change of Face in Thai Sun-Dried Banana Innovation*. Nakhonpathom: Petchkasem Printing Group, Ltd. (in Thai)
- [2] Silayoi, B. (1995). *Banana*. 2nd ed. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- [3] Thai Customs. (2015). *The Agricultural Statistic of Thailand*. Available from http://organic.dit.go.th/FIE/CONTENT_FILE/256010251137581209704.pdf. Accessed date: 1 March 2023. (in Thai)
- [4] Prasomsuk, C. (2013). *Factors and Production Strategies Influencing Banana Export Performance of Thai Agricultural Cooperative to Japan* (Master thesis, Rajamangala University of Technology Thanyaburi). (in Thai)

- [5] Charutwinyo, C. (2020). Causal Factors Affecting Performance of Community Enterprise in Kamphaeng Phet Province. *Panyapiwat Journal*, 12(3), 93-06. (in Thai)
- [6] Tubklang, R., et al. (2021). Effects of Drying Temperature and Time on Product Qualities of Canded Santol. *Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal*, 12(1), 1-11. (in Thai)
- [7] Poongngploy, P. (2017). Effect of Black Galingale Drying by Microwave-Hot Air Combination on Drying Behavior, Temperature, Color, Shrinkage and Specific Energy Consumption. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 36(6), 661-667. (in Thai)
- [8] Jaekhom, S., et al. (2022). Black Galingale Drying Using Hybrid Techniques. *Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal*, 4(3), 266-284. (in Thai)
- [9] Bootsai, J. & Buasanit, S. (2012). *The Factor that effect the baked roll banana* (Research reports). Phra Nakhon Si Ayutthaya: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. (in Thai)
- [10] Tubtimsri, P., et al. (2016). The Production of Dried *Musa sapientum* Linn, by Infrared Combine with Hot Air. In *The 3rd Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference* (p. 535-546). 22 December, 2016, Kamphaeng Phet, Thailand. (in Thai)
- [11] Ruangsanka, S. & Santhalunai, P. (2020). The Most Suitable Condition for Stimulation of Klual Nam Wa Kheio, *Musa* (ABB Grop), Ripening with Plant Leave. *PSRU Journal of Science and Technology*, 5(2), 72-87. (in Thai)
- [12] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. (1972). *CSIRO Twenty-fifth Annual Report*. Melbourne: Australia.
- [13] Boonpanya, J. (2010). *The Influence of temperature and relative humidity of hot air to Musa Sapientum Linn Chemical Kinetics* (Master thesis, Chiangmai University). (in Thai)
- [14] AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. 25nd ed. Verginia: AOAC.
- [15] Wijarn, L. (2022). The use of Non-Parametric Statistic Tips. *Journal of Vocational Institute of Agriculture*, 6(2), 1-10. (in Thai)
- [16] Atiwitayaporn, S. (2008). *The Development of Sun-dried Banana by using hot air with Vacuum microwave System* (Master thesis, Kasetsart University). (in Thai)
- [17] Juengjaroennirachon, S. & Suparos, T. (2019). A Study of Banana Drying Using Waste Heat from Split Type Air Conditioning System. *Wittayasara: Integration Apply Engineering and Industrial Technology*, 12(1), 100-111. (in Thai)
- [18] Payab, T., et al. (2013). *Microwave Drying Process* (Undergraduate project, Naresuan University). (in Thai)
- [19] Jindathai, T., et al. (2015). Effect of Temperature and Degree of Maturity on Electrical Conductivity, Moisture Content and Total Soluble Solid of Banana (*Musa sapientum*

-
- Linn or “Namwa”) during Ohmic Heating. *Journal of Food Technology, Siam University*, 10(1), 42-50. (in Thai)
- [20] Keawsuntj, Y. (2021). Design and Testing of a Passive Solar Dryer for Banana Drying. *Journal of Vongchavalitkul University*, 34(1), 61-74. (in Thai)
- [21] Wijarn, L. (2023). *The Relative between Philosophy and Research*. Pathumthani: Rungsit University Publishing. (in Thai)
- [22] Somkuna, E. (2022). *A Research and Development of Environmental Technology for Raising of Native Chicks (Lueng Hang Khao)* (Doctoral dissertation, Pathumwan Institute of Technology). (in Thai)
- [23] Savakanun, K. (2022). *A Research and Development of Light Intensity Control Technology for the Nursing of Native Chick* (Master thesis, Pathumwan Institute of Technology). (in Thai)
- [24] Apichartsarangkul, A. (2002). *Phenol Oxidase Reaction Project of Dried Bananas Using a Solar Dryer*. (Research reports). Chiangmai: Chiangmai University. (in Thai)
- [25] Jammek, J., et al. (2006). *Food Science and Technology*. 5th ed. Bangkok: Kasetsart University Publishing. (in Thai)
- [26] Thaipanit, S. & Arnpuang, P (2014). Inhibition of Browning Reaction in Pasteurized Fragrant Banana Puree. *Journal of Food Technology, Siam University*. 9(1). 39-51. (in Thai)