



## ผลของอุณหภูมิต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

### Effect of Temperature on Physico-Chemical Properties of Fermented Fish Sauce Powder Processed by Drum Dryer

นาฏชนก ปรางปรู<sup>1\*</sup>, ปนัดดา บุญยิ่ง<sup>1</sup>, ชญาดา สายรัตน์<sup>1</sup>

Nartchanok Prangpru<sup>1\*</sup>, Panadda Boonying<sup>1</sup>, Chayada Sairat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา 30000

<sup>1</sup>Faculty of Engineering and Technology Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

\*Corresponding author: Tel: +66-9-5565-5596, E-mail: [nartchanok.pr@rmuti.ac.th](mailto:nartchanok.pr@rmuti.ac.th)

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาร้าผง โดยนำน้ำปลาร้ามาผสมกับข้าวคั่วที่อัตราส่วน 10 : 1 โดยน้ำหนัก นำส่วนผสมที่ได้มาทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเท่ากับ 0.1 mm ความเร็วรอบของลูกกลิ้งเท่ากับ 0.4 rpm และเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้ง 4 ระดับ ได้แก่ 100, 110, 120 และ 130 °C ผลการวิจัย พบว่า เมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้น ค่าความชื้น ค่าความหนาแน่น ค่า  $L^*$  และค่า  $b^*$  มีแนวโน้มลดลง แต่ค่า  $a^*$  มีแนวโน้มสูงขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ ยังพบว่า อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนั้นหากสูงเกินไป (130 °C) จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะไหม้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะไหม้มีค่าความชื้นต่ำกว่า 5% w.b. ค่าความหนาแน่นต่ำกว่า 520 kg m<sup>-3</sup> ค่า  $L^*$  ต่ำกว่า 30 ค่า  $b^*$  ต่ำกว่า 20 และค่า  $a^*$  สูงกว่า 9 เมื่อพิจารณาค่าต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งน้ำปลาร้าผงด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งจึงควรอยู่ในช่วง 100-120 °C

คำสำคัญ: น้ำปลาร้า, ปลาร้าผง, เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

#### Abstract

The objective of this research was to study the effect of temperature on physico-chemical properties of fermented fish sauce powder. Fermented fish sauce was mixed with roasted rice at a ratio of 10:1 by weight. The mixture was then dried by a drum dryer. The distance between drums was 0.1 mm, the drum speed was 0.4 rpm; the temperature inside the drum was varied at 100, 110, 120 and 130 °C. The results revealed that as the temperature increased, the moisture content, bulk density,  $L^*$  and  $b^*$  values tended to decrease, while  $a^*$  value tended to increase ( $p \leq 0.05$ ). In addition, if the higher temperature (130 °C) was used, the product would appear burnt. The burnt product had moisture content of lower than 5% w.b., bulk density lower than 520 kg m<sup>-3</sup>,  $L^*$  value lower than 30,  $b^*$  value lower than 20 and  $a^*$  value higher than 9. Considering the aforementioned results, suitable temperatures for drying fermented fish sauce with a drum dryer should be in the range of 100-120 °C.

Keywords: Fermented Fish Sauce, Pickled Fish Powder, Drum Dryer

Received: August 05, 2022

Revised: August 20, 2022

Accepted: August 31, 2022

Available online: January 16, 2023

## 1 บทนำ

ปลาร้าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองที่มีกรรมวิธีการหมักแบบพื้นบ้านซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นในการถนอมอาหารที่มีการสืบทอดกันมาแต่โบราณเพื่อเก็บรักษาปลาไว้บริโภคให้นานขึ้น ดังจะเห็นว่าปลาร้าได้อยู่คู่กับวัฒนธรรมการบริโภคของสังคมไทยมาเป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรในภาคอีสานและภาคเหนือที่นิยมบริโภคปลาร้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งปลาร้าสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบสำหรับปรุงอาหารเพื่อทำให้อาหารมีรสชาติกลมกล่อมและมีเอกลักษณ์มากขึ้น “ชนาภวัฒน์และอุ้นเรือน (2563)” โดยสถิติการสำรวจสำมะโนประชากรสพฐ. รายงานว่า มีประชากรชาวเอเชีย 6 กลุ่มที่อาศัยในสหรัฐฯ ได้แก่ ไทย ลาว พม่า กัมพูชา เวียดนาม และฟิลิปปินส์ จำนวน 5.83 ล้านคน ซึ่งกลุ่มชาวเอเชียที่อาศัยอยู่นี้คุ้นเคยกับการบริโภคปลาร้าเป็นอย่างดี ส่งผลให้ในปี 2564 สหรัฐฯ ได้นำเข้าซอสปรุงรสผลิตจากปลา เป็นมูลค่า 47.64 ล้านดอลลาร์ และขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.49 “กระทรวงพาณิชย์ (2565)” จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การบริโภคปลาร้าในนี้ยังคงเป็นที่นิยมไม่เสื่อมคลายไปจากสังคมไทย แต่เนื่องจากปลาร้าเป็นอาหารหมักดองที่มีกลิ่นค่อนข้างรุนแรงเมื่ออยู่ในรูปแบบของปลาร้าที่มีน้ำเป็นส่วนผสมจึงอาจทำให้ผู้บริโภคซึ่งเป็นกลุ่มคนที่อยู่ในสังคมเมืองประสบปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนในการปรุงอาหารได้หากปลาร้าเกิดการหกหรือรั่วซึมออกมา ก็อาจเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้ ในปัจจุบันปลาร้าถูกนำมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย เพื่อให้เกิดความสะดวกในการพกพาและมีความสะอาดได้มาตรฐานสำหรับการจำหน่ายที่มุ่งเน้นการส่งออกและยกระดับปลาร้าไทยสู่ตลาดสากล เช่น ปลาร้าผง ซึ่งเป็นการผลิตปลาร้าผงโดยใช้แสงแดดด้วยการนำเอาปลาร้าแบบเป็นตัวมาคลุกเคล้าผสมกับข้าวคั่วหรือรำคั่ว และนำมาทำแห้งด้วยการตากแดดให้แห้งก่อนจะนำมาบดให้เป็นผงรวมกับกุ้งและปู แล้วปรุงแต่งกลิ่นรสให้ชวนรับประทานก่อนบรรจุลงในถุงพลาสติกเพื่อการจำหน่ายต่อไป “จนิสตาและบดินทร์ (2563)” ดังจะเห็นว่าการผลิตปลาร้าผงด้วยวิธีการดังกล่าวนี้จะใช้ปลาร้าแบบเป็นตัวจึงทำให้ปลาร้าผงที่ได้มีกลิ่นและรสชาติคล้ายกับปลาหมึก ซึ่งหากมีการนำเอาเฉพาะส่วนน้ำของปลาร้ามาทำแห้งก็อาจช่วยคงกลิ่นและรสชาติที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของน้ำปลาร้าเอาไว้ได้ นอกจากนี้การผลิตปลาร้าผงโดยใช้การทำแห้งด้วยการตากแดดนั้นก็อาจทำให้ประสบปัญหาในบางฤดูที่มีแสงแดดไม่เพียงพอหรือปัญหาด้านความไม่สะอาดที่มาจากฝุ่นละอองสัตว์ และแมลงต่าง ๆ ทั้งนี้มีการรายงานว่าการกระบวนการทำแห้ง

ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นเทคนิคที่มีระยะเวลาในการทำแห้งสั้นและมีกำลังการผลิตสูง “เกียรติศักดิ์และคณะ (2564)” อีกทั้ง “สุปรียาและศุภมาส (2560)” ที่ศึกษาการทำแห้งผงวันผลสำเร็จโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งและตู้อบลมร้อนยังได้รายงานข้อดีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งว่าผงวันผลสำเร็จที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งนั้นจะมีการพองตัวเร็วและได้ปริมาณสูงกว่าการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ขณะที่ “ธัญญาภรณ์และคณะ (2561)” ที่ศึกษากรรมวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายครีมเทียมผงจากแป้งข้าวด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ก็ได้รายงานข้อดีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งเอาไว้ว่า ครีมเทียมผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งนั้นจะมีลักษณะสัณฐานวิทยาที่มีรูพรุนค่อนข้างมาก ส่งผลให้ครีมเทียมผงมีสมบัติการละลายสูงขึ้น นอกจากนี้ “นัยวัฒน์และคณะ (2563)” ที่ศึกษาการทำแห้งอีสต์สกัดแบบผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง ยังได้รายงานว่าการอบแห้งแบบลูกกลิ้งนั้นมีความเป็นไปได้ในการใช้งานเชิงพาณิชย์เนื่องจากสามารถควบคุมและปรับเปลี่ยนสภาวะการทำงานตามวัตถุดิบได้อย่างยืดหยุ่นซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ในการผลิตอีสต์สกัดแบบผงให้กับผู้ประกอบการได้เป็นอย่างดี และด้วยข้อดีดังกล่าว หากมีการนำเอาเฉพาะส่วนน้ำของปลาร้ามาทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งก็อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติการละลายที่ดี ทั้งยังช่วยลดปัญหาในบางฤดูที่มีแสงแดดไม่เพียงพอ และลดปัญหาในด้านความไม่สะอาดลงได้ ซึ่งด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำน้ำปลาร้ามาทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการขนส่ง สะดวกต่อการจัดเก็บ และสะดวกต่อการนำไปใช้งานได้มากขึ้น

## 2 อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การเตรียมน้ำปลาร้า

น้ำปลาร้าที่ใช้ในการวิจัยเป็นสูตรเฉพาะที่มาจากร้านขายน้ำปลาร้าในตลาดสุรนคร จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ซึ่งจะมีการนำเอาน้ำปลาร้า 3 ประเภท มาผสมกัน ได้แก่ น้ำปลาร้าโหน่ง 25% น้ำปลาร้าโหน่งต้ม 50% และน้ำปลาร้าหอม 25% โดยน้ำปลาร้าที่เตรียมได้จะมีค่าความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย  $53.89 \pm 0.12\%$  w.b. และจะมีค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  เฉลี่ย  $24.70 \pm 0.27$ ,  $6.14 \pm 0.04$ ,  $15.69 \pm 0.19$  ตามลำดับ

## 2.2 การทำแห้งน้ำปลาร้าผงดด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

นำน้ำปลาร้าผสมกับข้าวคั่วในอัตราส่วน 10:1 โดยน้ำหนัก ทำการคนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และพักส่วนผสมไว้ แล้วทำการ ตั้งค่าสภาวะของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ให้ได้ตามสภาวะที่กำหนด ได้แก่ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งคงที่เท่ากับ 0.1 mm ความเร็วรอบของลูกกลิ้งคงที่เท่ากับ 0.4 rpm และเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเป็น 4 ระดับ คือ 100, 110, 120 และ 130 °C จากนั้นนำส่วนผสมที่เตรียมไว้มาทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ดัง Figure 1 โดยส่วนผสมจะถูกป้อนเข้าเครื่องอบแห้งด้วยการป้อนแบบปล่อย (Nip feed) ซึ่งเป็นการป้อนด้วยการปล่อยสารละลายอาหารลงในช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง จากนั้นลูกกลิ้งทั้งสองจะหมุนเข้าหากันเพื่อรีดสารละลายอาหารให้มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง และขณะที่ลูกกลิ้งหมุน สารละลายอาหารก็จะเคลือบติดไปกับผิวของลูกกลิ้ง โดยลูกกลิ้ง จะทำการหมุนอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสารละลายอาหารแห้งลง จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็จะถูกปาดออกด้วยใบมีดที่ติดไว้บริเวณ ด้านข้างของลูกกลิ้งทั้งสองข้าง และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการทำแห้งแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เฉพาะส่วนที่ใบมีดสามารถปาดออกได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นเกล็ดหรือแผ่นบาง (Flake) จึงต้องนำมาบดให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่นผสม และนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 mesh ก่อนจึงจะได้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าผง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทก่อนนำไปเก็บในโถดูดความชื้นจนกว่าจะนำไปทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพต่อไป



Figure 1 The structure of double drum dryer used in the experiment.

## 2.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

ค่าผลได้เชิงมวล (Mass Yield) ตามวิธีของ “ปนัดดาและคณะ (2562)” ด้วยการนำน้ำปลาร้ามาชั่งน้ำหนักวัดฤติก่อนเข้าสู่กระบวนการทำแห้ง ( $M_b$ ) จากนั้นนำน้ำปลาร้าที่ชั่งน้ำหนักแล้ว

ไปทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการทำแห้งแล้วจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ซึ่งจะมีลักษณะเป็นเกล็ดหรือแผ่นบางมาชั่งน้ำหนักวัดฤติก่อนออกจากกระบวนการทำแห้ง ( $M_p$ ) และนำค่าที่ได้มาหาค่าความแตกต่างของน้ำหนัก ด้วยการคำนวณดังสมการที่ (1) ซึ่งจะมีหน่วยเป็นร้อยละ (%)

$$Mass\ Yield = \frac{M_b}{M_a} \times 100 \quad (1)$$

ค่าความชื้น (Moisture Content) ตามวิธีของ AOAC (2000) ด้วยการนำถ้วยอบแห้งมาชั่งน้ำหนัก ( $W_1$ ) จากนั้นนำน้ำปลาร้าผงใส่ลงในถ้วยอบแห้งพร้อมกับนำไปชั่งน้ำหนักก่อนอบ 3 g ( $W_2$ ) และนำมาอบที่อุณหภูมิ 105 °C จนมีน้ำหนักคงที่ แล้วจึงนำถ้วยอบแห้งออกมาใส่ลงในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็น ก่อนนำถ้วยอบแห้งที่เย็นแล้วนั้นมาชั่งน้ำหนักหลังอบ ( $W_3$ ) และนำค่าที่ได้มาคำนวณดังสมการที่ (2) ซึ่งจะมีหน่วยเป็นร้อยละ (% w.b.)

$$Moisture\ Content = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100 \quad (2)$$

ค่าความหนาแน่น (Bulk Density) ตามวิธีของ ดวงพร (2554) ด้วยการนำกระบอกตวงขนาด 25 ml มาชั่งน้ำหนัก ( $m_1$ ) จากนั้นนำน้ำปลาร้าผงใส่ลงในกระบอกตวง โดยให้น้ำปลาร้าผงมีปริมาตร 10 ml ( $v$ ) แล้วนำกระบอกตวงที่มีน้ำปลาร้าผงนั้นไปชั่งน้ำหนัก ( $m_2$ ) แล้วจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณดังสมการที่ (3) ซึ่งจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $kg\ m^{-3}$ )

$$Bulk\ Density = \frac{m_2 - m_1}{v} \quad (3)$$

ค่าการละลาย (Solubility) ตามวิธีของ “ดวงพร (2554)” ด้วยการนำน้ำปลาร้าผงจำนวน 1 g ใส่ลงในหลอดเซนติพิวีก (Mp) เติมน้ำจำนวน 10 ml ผสมให้ละลายด้วยเครื่องเขี่ยสาร และนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงสารที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 600 sec จากนั้นเทเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวใสด้านบน (Supernatant) ใส่ลงในถ้วยอบแห้งที่ทราบน้ำหนัก ( $MS_1$ ) และนำมาอบที่อุณหภูมิ 105 °C จนมีน้ำหนักคงที่ แล้วจึงนำถ้วยอบแห้งออกมาใส่ลงในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็น ก่อนนำถ้วยอบแห้งที่เย็นแล้วมาชั่งน้ำหนัก ( $MS_2$ ) และนำค่าที่ได้มาคำนวณดังสมการที่ (4) ซึ่งจะมีหน่วยเป็นร้อยละ (%)

$$Solubility = \frac{Ms_1 - Ms_2}{Mp} \times 100 \quad (4)$$

ค่าสี (Color) ด้วยการนำน้ำปลาร้าผงจำนวน 40 g ใส่ลงในภาชนะให้กระจายปิดบริเวณก้นภาชนะทั้งหมด และนำมาวัดค่าสีด้วยเครื่อง HunterLab รุ่น MiniScan EZ 4500L ในทอมของ  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  โดย  $L^*$  หมายถึงค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) ถึง 100 (ขาว) ส่วน  $a^*$  หมายถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว ซึ่งเมื่อ  $a^*$  เป็นลบจะแสดงความเป็นสีเขียว และเมื่อ  $a^*$  เป็นบวกจะแสดงความเป็นสีแดง ส่วน  $b^*$  หมายถึงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ซึ่งเมื่อ  $b^*$  เป็นลบจะแสดงความเป็นสีน้ำเงิน และเมื่อ  $b^*$  เป็นบวกจะแสดงความเป็นสีเหลือง

## 2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งทั้ง 4 ระดับ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีต้นแคน (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

## 3 ผลและวิจารณ์

### 3.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าผลได้เชิงมวลพบว่า น้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้ง 100, 110, 120 และ 130 °C จะมีค่าผลได้เชิงมวลแสดงดัง Figure 2 โดยผลได้เชิงมวลเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $41.50 \pm 0.99$ ,  $42.01 \pm 0.87$ ,  $42.71 \pm 0.89$  และ  $43.38 \pm 0.97\%$  ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าผลได้เชิงมวลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ( $p > 0.05$ ) เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นเป็นผลให้น้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์สามารถระเหยออกไปได้ดีทำให้กระบวนการอบแห้งเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จึงส่งผลให้ค่าผลได้เชิงมวลเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ “วรวิวัฒน์และคณะ (2559)” ที่ศึกษาการทำแห้งน้ำมะเกลือผงสำเร็จรูปด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นกระจายพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้นจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (Yield) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยน้ำมะเกลือที่ผสมมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 10 แล้วนำมาทำแห้งด้วยอุณหภูมิลมร้อนเข้า 140 และ 180 °C จะมีค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เท่ากับ 4.32 และ 5.72% ตามลำดับ

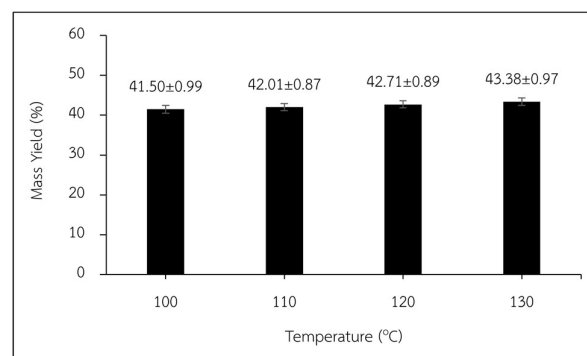


Figure 2 Changes in mass yield of fermented fish sauce powder with different temperatures.

การวิเคราะห์ค่าความชื้นพบว่า น้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้ง 100, 110, 120 และ 130 °C มีค่าความชื้นเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาร้าผง (มพช.134/2557) ที่ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก โดยความชื้นเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $7.80 \pm 0.11$ ,  $6.73 \pm 0.17$ ,  $5.99 \pm 0.33$  และ  $4.08 \pm 0.17\%$  w.b. ตามลำดับ ดัง Figure 3 ซึ่งจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นเป็นผลให้น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ค่าความชื้นลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ “กฤติยาและคณะ (2563)” ที่ศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้งโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมแกนตะวันโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนพบว่า โจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 130 °C จะมีค่าความชื้นมากกว่าโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 140 และ 150 °C โดยเมื่อทำแห้งเป็นเวลา 70 sec ความชื้นเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $4.29 \pm 0.70$ ,  $2.21 \pm 0.19$  และ  $1.95 \pm 0.17\%$  w.b. ตามลำดับ

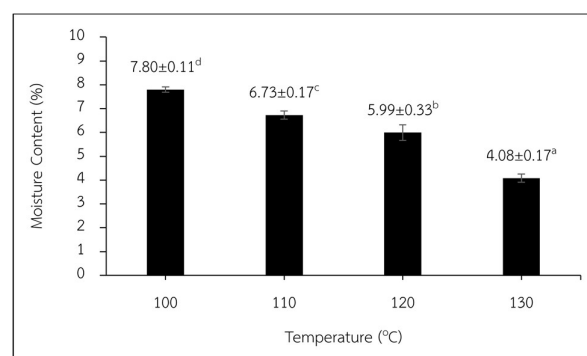


Figure 3 Changes in moisture content of fermented fish sauce powder with different temperatures. <sup>abcd</sup>: values with different letters indicate differences significant among each treatment ( $p < 0.05$ ).

การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นพบว่า น้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้ง 100, 110, 120 และ 130 °C จะมีค่าความหนาแน่นแสดงดัง Figure 4 โดยความหนาแน่นเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $552.89 \pm 11.56$ ,  $542.45 \pm 11.45$ ,  $539.37 \pm 11.26$  และ  $512.26 \pm 11.91$  kg m<sup>-3</sup> ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำสามารถระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วเป็นผลให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความพรุนมากขึ้นจึงส่งผลให้ความหนาแน่นลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ “Jittanit et al. (2011)” ที่ศึกษาการผลิตน้ำมะขามผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งพบว่า น้ำมะขามผงที่ใช้อัตราส่วนของน้ำมะขามต่ออารบิกกัม (AG) เท่ากับ 10:4 และนำมาทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 120 °C จะมีค่าความหนาแน่นมากกว่าน้ำมะขามผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 140 °C โดยความหนาแน่นเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $0.73 \pm 0.03$  และ  $0.64 \pm 0.03$  g/ml ตามลำดับ

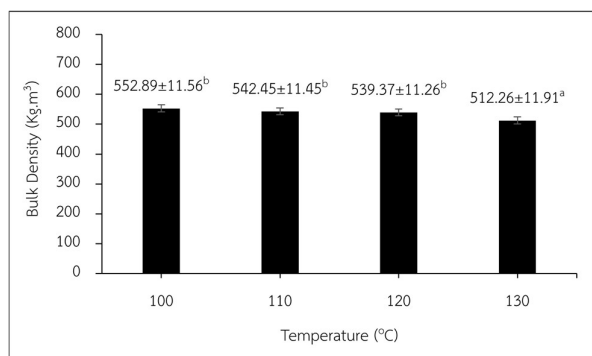


Figure 4 Changes in bulk density of fermented fish sauce powder with different temperatures. <sup>ab</sup>: values with different letters indicate differences significant among each treatment ( $p \leq 0.05$ ).

การวิเคราะห์ค่าการละลายพบว่า น้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้ง 100, 110, 120 และ 130 °C จะมีค่าการละลายแสดงดัง Figure 5 โดยการละลายเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $39.91 \pm 0.09$ ,  $41.86 \pm 0.10$ ,  $43.34 \pm 0.13$  และ  $44.63 \pm 0.16\%$  ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าการละลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากค่าการละลายมีความสัมพันธ์กับค่าความชื้น โดยน้ำปลาร้าผงที่มีค่าความชื้นต่ำจะมีค่าการละลายสูง สังเกตได้จากเมื่อนำผงน้ำปลาร้าไปละลายน้ำผงจะแยกออกจากกันอย่างเป็นอิสระ ทำให้น้ำสามารถเข้าไปทำ

ละลายได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้น นอกจากจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลให้ค่าความชื้นลดลงแล้วยังจะส่งผลต่อค่าการละลายให้มีค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ “พรพิไลและคณะ (2561)” ที่ศึกษากระบวนการผลิตโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่กึ่งสำเร็จรูป โดยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งพบว่า ดัชนีการละลายน้ำ (WSI) ของโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่จะมีค่าสูงเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น โดยดัชนีการละลายน้ำจะมีค่าอยู่ในช่วง 33.20-53.78 เมื่อทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 125-135 °C

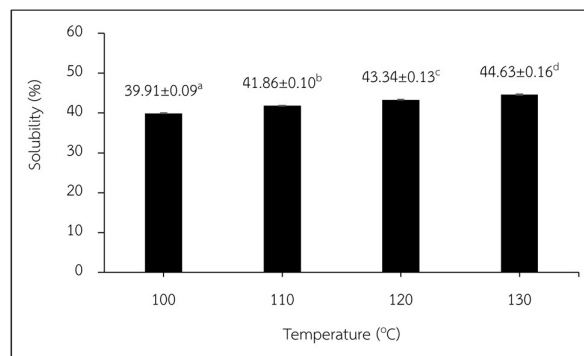


Figure 5 Changes in solubility of fermented fish sauce powder with different temperatures. <sup>abcd</sup>: values with different letters indicate differences significant among each treatment ( $p \leq 0.05$ ).

การวิเคราะห์ค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  พบว่า น้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยอุณหภูมิภายในของลูกกลิ้ง 100, 110, 120 และ 130 °C จะมีค่า  $L^*$  แสดงดัง Figure 6 ส่วนค่า  $a^*$  แสดงดัง Figure 7 และค่า  $b^*$  แสดงดัง Figure 8

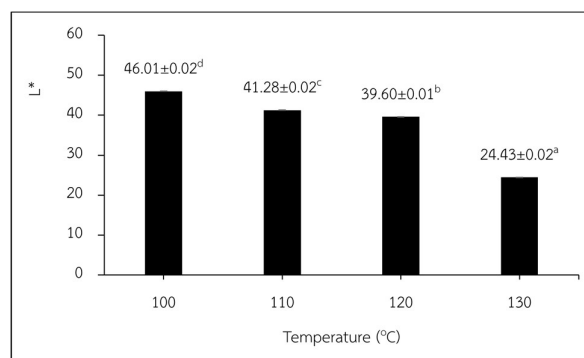


Figure 6 Changes in  $L^*$  of fermented fish sauce powder with different temperatures. <sup>abcd</sup>: values with different letters indicate differences significant among each treatment ( $p \leq 0.05$ ).

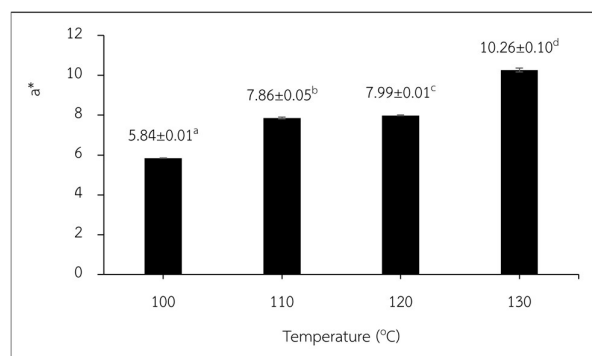


Figure 7 Changes in  $a^*$  of fermented fish sauce powder with different temperatures. <sup>abcd</sup>: values with different letters indicate differences significant among each treatment ( $p \leq 0.05$ ).

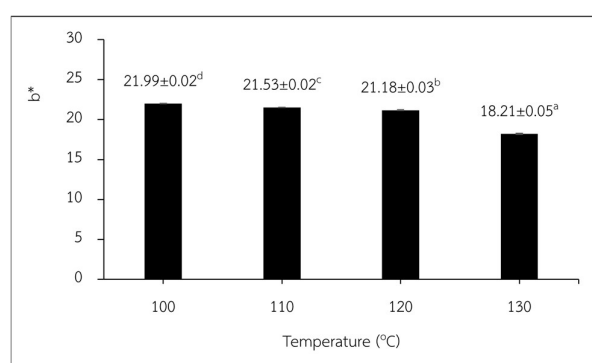


Figure 8 Changes in  $b^*$  of fermented fish sauce powder with different temperatures. <sup>abcd</sup>: values with different letters indicate differences significant among each treatment ( $p \leq 0.05$ ).

โดย  $L^*$  เฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $46.01 \pm 0.02$ ,  $41.28 \pm 0.02$ ,  $39.60 \pm 0.01$  และ  $24.43 \pm 0.02$  ตามลำดับ ส่วน  $a^*$  เฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $5.84 \pm 0.01$ ,  $7.86 \pm 0.05$ ,  $7.99 \pm 0.01$  และ  $10.26 \pm 0.10$  ตามลำดับ ส่วน  $b^*$  เฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ  $21.99 \pm 0.02$ ,  $21.53 \pm 0.02$ ,  $21.18 \pm 0.03$  และ  $18.21 \pm 0.05$  ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า เมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่า  $L^*$  และ ค่า  $b^*$  มีแนวโน้มลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่เมื่ออุณหภูมิภายในของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นกลับส่งผลให้ค่า  $a^*$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงสีจนกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะทำให้โมเลกุลของน้ำตาลเกิดการสลายแยกตัวออกมาและเกิดเป็นพอลิเมอร์เชิงซ้อนของสารประกอบคาร์บอนจนกลายเป็นสารสีน้ำตาล และหากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงเกินไป ( $130^\circ\text{C}$ ) ก็จะทำให้เกิดการทำลาย

ผลิตภัณฑ์จนผลิตภัณฑ์มีลักษณะไหม้ ซึ่งผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนสีเป็นสีแดงเข้มจนถึงสีดำ ทำให้ความสว่างและความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่มีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ “กฤติยาและคณะ (2562)” ที่ศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้งเครื่องต้มกล้วยหอมทองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่า  $L^*$  มีแนวโน้มลดลง แต่ค่า  $a^*$  จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเครื่องต้มกล้วยหอมทองผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 130 และ  $150^\circ\text{C}$  จะมีค่า  $L^*$  เฉลี่ยเท่ากับ  $73.99 \pm 0.77$  และ  $67.84 \pm 0.25$  ตามลำดับ ส่วนค่า  $a^*$  ของเครื่องต้มกล้วยหอมทองผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 130 และ  $150^\circ\text{C}$  จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.93 \pm 0.09$  และ  $8.86 \pm 0.26$  ตามลำดับ นอกจากนี้ผลของค่า  $b^*$  ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ “วรรณวิภา (2559)” ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งผงสำเร็จรูปสำหรับหุงข้าวเสาไห้โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่า  $b^*$  มีแนวโน้มลดลง โดยผงสำเร็จรูปสำหรับหุงข้าวเสาไห้ที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 120 และ  $140^\circ\text{C}$  จะมีค่า  $b^*$  เฉลี่ยเท่ากับ  $12.74 \pm 0.29$  และ  $12.02 \pm 0.15$  ตามลำดับ

#### 4 สรุป

อุณหภูมิมีผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาร้าผงที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยการเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้อัตราการทำแห้งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าผลได้เชิงมวลเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่ค่าการละลาย และความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนค่าความชื้น ความหนาแน่น ความสว่าง ( $L^*$ ) และความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งหากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงเกินไป ( $130^\circ\text{C}$ ) ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะไหม้ โดยจะสามารถสังเกตได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะไหม้นั้นจะมีความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) เพิ่มขึ้นสูงกว่า 9 ความชื้นลดลงต่ำกว่า 5% w.b. ความหนาแน่นลดลงต่ำกว่า  $520 \text{ kg.m}^{-3}$  ความสว่าง ( $L^*$ ) ลดลงต่ำกว่า 30 และความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ลดลงต่ำกว่า 20 ซึ่งหากพิจารณาค่าต่าง ๆ ตามเกณฑ์ข้างต้นดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งน้ำปลาร้าผงด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งจึงควรอยู่ในช่วง  $100-120^\circ\text{C}$  แต่อย่างไรก็ตามนอกจากอุณหภูมิแล้ว คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายก็เป็นสิ่งที่พึงพิจารณาไปพร้อมกัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ในการทำแห้งที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเพิ่มเติม

## 5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทอุดหนุนทั่วไป และขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

## 6 เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2565. โอกาสตลาดสินค้าขอส่น้ำปลาร้าไทยในสหรัฐอเมริกา. แหล่งข้อมูล: [https://www.ditp.go.th/ditp\\_web61/article\\_sub\\_view.php?filename=contents\\_attach/764221/764221.pdf&title=764221&cate=762&d=0](https://www.ditp.go.th/ditp_web61/article_sub_view.php?filename=contents_attach/764221/764221.pdf&title=764221&cate=762&d=0). เข้าถึงเมื่อ 16 สิงหาคม 2565.

กฤติยา เชื้อนเพชร, เปี่ยมสุข สุวรรณภูมิ, รวิพร พลพิข, รวิภา จารุอรุณนันท. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมทองผงเพื่อสุขภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27(6), 1023-1037.

กฤติยา เชื้อนเพชร, รวิพร พลพิข, กนกพร ลีวานิชย์กุล, ศิริยา กาวีเขียว. 2563. ผลของชนิดข้าวและวิธีการทำแห้งต่อคุณภาพของโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่กึ่งสำเร็จรูปผสมแก่นตะวัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 28(10), 1813-1833.

เกียรติศักดิ์ ใจโต, เทวรัตน์ ตรีอำรรค, กระวี ตรีอำรรค. 2564 การอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 13(3), 568-583.

จณิสตา ภักธวิวัฒน์, บดินทร์ อธิพิงษ์. 2563. ปลาร้า (Pla-Ra). แหล่งข้อมูล: [https://www4.fisheries.go.th/local/file\\_document/20200615132142\\_1\\_file.pdf](https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200615132142_1_file.pdf). เข้าถึงเมื่อ 20 มิถุนายน 2565.

ชนาภวิวัฒน์ ชันทะ, อุ่นเรือน เล็กน้อย. 2563. ปลาแดก : การเชื่อมโยงพหุวัฒนธรรมการบริโภคของคนอีสาน. วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 4(2), 96-109.

ดวงพร คุณาพรสุจริต. 2554. การผลิตเครื่องดื่มลำไยผงโดยการอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. เชียงใหม่: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ, ณัฐฐิกา ศิลาฉาย, ธนาภรณ์ เชื้อวงศ์ดี. 2561. กรรมวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายครีมเทียมผงจากแป้งข้าวด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 28(1), 73-85.

นัยวัฒน์ สุขทั้ง, วีรกุล มิกกลางแสน, สาวิตรี ประภาการ. 2563. การศึกษารูปแบบการทำแห้งยีสต์สกัดในกระบวนการผลิตยีสต์สกัดแบบผง. รายงานการวิจัย. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ปนัดดา อินทร์ดำ, โชคชัย เหมือนมาศ, สุกฤทธิรา รัตนวิไล. 2562. การคัดเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการทอดรีแพคชันของทะเลลายปาล์มโดยใช้การออกแบบการทดลองด้วย. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 19(4), 86-99.

พรพิไล นิยมเวช, ปฐมพร สรรพสิทธิ์, อติกานต์ วารี, เพ็ญศิริ คงสิทธิ์. 2561. การพัฒนาสูตรโจ๊กข้าวไรซ์เบอร์รี่กึ่งสำเร็จรูป. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 23(3), 1638-1654.

มผช. 134/2557, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาร้าผง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

วรรณวิภา โคกครุฑ. 2559. การพัฒนาผงข้าวสำเร็จรูปเพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวเส้าให้. วิทยานิพนธ์ดุษฎีนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ปทุมธานี: สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วีรวัฒน์ พงษ์พิจารณ์, มาริษา ภูภิญญกุล, พัชรี ตั้งตระกูล. 2559. การพัฒนามะกี่ยงผงสำเร็จรูปโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นกระจาย. วารสารคหเศรษฐศาสตร์ 59(3), 14-25.

สุปรียา สุขเกษม, ศุภมาศ กลิ่นขจร. 2560. สารให้ความคงตัวจากผลสำรอง (Scaphium scaphigerunm) ในผลิตภัณฑ์อาหาร. วารสารวิชาการเกษตร 35(1), 14-30.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. (17th ed.). Maryland, USA: The Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Jittanit, W., Chantara-In, M., Deying, T., Ratanavong, W. 2011. Production of tamarind powder by drum dryer using maltodextrin and arabic gum as adjuncts. Songklanakarin Journal of Science and Technology 33(1), 33-41.