

การอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน Drying of Fermented Fish using Superheated Steam and Hot Air

ณรงค์ อึ้งกิม้วน¹ สมชาติ โสภณธรรมฤทธิ์² และ สมเกียรติ ปรัชญาวารากร³

Abstract

The objectives of this research were to study the drying kinetics and color change of fermented fish. The colors in terms of L^* , a^* and b^* were determined experimentally. The superheated steam and hot air were used as drying media. The experimental conditions were set up at temperatures of 120 140 and 160 °C, a flow rate of 0.071 m³/s for both drying media. The fermented fish was dried from initial moisture content of 2.4 dry basis to final moisture content of 0.04 dry basis. The experimental results showed that at temperatures of 120 and 140 °C, the drying rate of fermented fish using superheated steam was lower than that using hot air. The drying rate of both drying media was became equal at a temperature of 160 °C. The color of fermented fish dried using the superheated steam was more intense than that using the hot air.

Keywords: Dehydration / Fermented fish / Superheated steam.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน แล้วเปรียบเทียบสีของปลาร้าหลังการอบแห้งโดยวัดในรูปของ L^* , a^* และ b^* โดยมีเงื่อนไขการทดลองดังนี้ อุณหภูมิของไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน 120 140 และ 160 °C อัตราการไหลเชิงปริมาตร 0.071 m³/s ลดความชื้นจาก 2.4 dry basis ให้เหลือความชื้นสุดท้าย 0.04 dry basis จากการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 และ 140 °C ต่ำกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน และอัตราการอบแห้งที่ได้จากการใช้ตัวกลางทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันที่อุณหภูมิ 160 °C สีของปลาร้าหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะเข้มกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน

คำนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและผลผลิตทางการเกษตรส่วนใหญ่จะมีความชื้นสูงทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน อีกทั้งยังมีราคาตกต่ำเมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยว ดังนั้นวิธีการถนอมอาหารและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้กันเป็นเวลานานแล้วนอกจากการตากแห้งโดยธรรมชาติ ได้แก่ การอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางสำหรับการถ่ายเทความร้อน แต่ปัจจุบันตัวกลางสำหรับการถ่ายเทความร้อนอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการอบแห้ง คือ ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ซึ่งมีข้อดีหลายประการเมื่อเทียบกับการใช้อากาศร้อน เช่น อัตราการอบแห้งสูงกว่า เมื่ออุณหภูมิของไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีค่าสูงกว่าค่า inversion temperature (อิศเรศ, 2543; Iyota *et al.*, 2001; Li *et al.*, 1999) สีของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเข้มกว่าเมื่อใช้อากาศร้อน (อิศเรศ, 2543) การหดตัวของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งน้อย (Iyota *et al.*, 2001; Li *et al.*, 1999) และไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขณะทำการอบแห้ง

ปลาร้าเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในหลายพื้นที่ นอกจากนี้ยังสามารถส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ ทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายล้านบาท โดยปลาร้าที่ผลิตในปัจจุบันทำจากปลาหลายชนิด เช่น ปลากรวด ปลาช่อน ปลานิล ปลาดุก เป็นต้น แต่ปลาร้าที่นิยมรับประทานส่วนใหญ่จะเป็นปลาร้าที่ทำจากปลากรวด สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการเพิ่มมูลค่าของปลาร้าให้สูงขึ้นโดยการอบแห้ง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งปลาร้าและคุณภาพของสีหลัง การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

1 อุปกรณ์

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

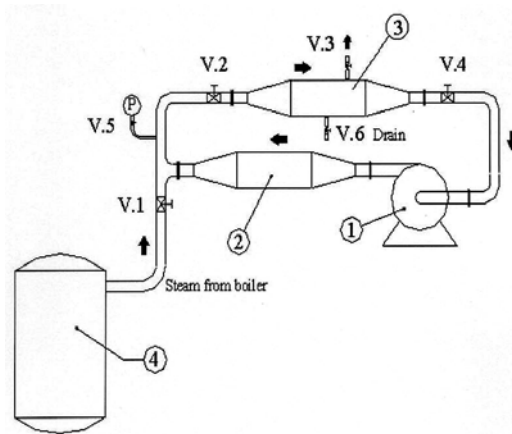
²คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 91 ถ.ประชาธิปไตย เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

³คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 91 ถ.ประชาธิปไตย เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

เครื่องอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนชนิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักได้แก่ เครื่องกำเนิดไอน้ำ พัดลม อุปกรณ์ให้ความร้อน และห้องอบแห้งแบบวงด ดังรูปที่ 1 เครื่องกำเนิดไอน้ำจะผลิตไอน้ำป้อนเข้าสู่ระบบอบแห้งซึ่งใช้พัดลมช่วยการไหลเวียนของไอน้ำร้อนผ่านอุปกรณ์ให้ความร้อน ทำให้ไอน้ำร้อนชนิดยังมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามต้องการ อุปกรณ์การเก็บข้อมูลในการทดลองได้แก่ เครื่องวัดอุณหภูมิใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูลที่มีความละเอียด ± 0.1 °C ทำการวัดอุณหภูมิ เข้าและออกจากห้องอบแห้ง และอุณหภูมิของปลาร้าขณะทำการอบแห้ง เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียด ± 0.01 g เครื่องวัดสีอาหาร (Color guide 45/0 ของ บริษัท BYK Gardner) ซึ่งวัดในทอมของตัวแปร L^* , a^* และ b^* โดย L^* (lightness parameter) แสดงค่าความสว่าง a^* (redness parameter) แสดงค่าสีแดง ส่วน b^* (yellowness parameter) แสดงค่าสีเหลือง

2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนชนิดยั้งและอากาศร้อนจะใช้เงื่อนไขการทดลองดังนี้ อุณหภูมิของตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งคือ 120 140 และ 160 °C อัตราการไหลของตัวกลางคือ 0.071 m³/s สำหรับปลาร้าที่ใช้ทำการทดลองคือปลากระดี มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 65-70% wet basis อบแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 4% dry basis ในการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยั้งจะต้องทำการไล่อากาศออกจากระบบก่อน โดยปล่อยไอน้ำเข้าสู่ระบบและเปิดวาล์ว 3 และ 6 ไล่อากาศออกจนหมดจึงปิดวาล์ว 3 และ 6 หลังจากนั้นนำปลาร้าที่ผ่านการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นเข้าห้องอบแห้ง และนำปลาร้าออกจากห้องอบแห้งทุกๆ 15 นาที เพื่อหาความชื้น ในขณะที่การอบแห้งด้วยอากาศร้อนจะปิดเครื่องกำเนิดไอน้ำ (V.1) และใช้อากาศในระบบเป็นตัวกลางอบแห้ง แล้วทำการทดลองเหมือนการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยั้ง



(1) พัดลม; (2) อุปกรณ์ให้ความร้อน; (3) ห้องอบแห้งแบบวงด;
(4) เครื่องกำเนิดไอน้ำ; (V) วาล์ว; (P) มาตรวัดความดัน

ภาพที่ 1 ระบบอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยั้ง (อิศเรศ, 2543; Moreira, 2001)

ผลและวิจารณ์

การลดลงของความชื้นแสดงในรูปของอัตราส่วนความชื้นไร้หน่วย (Moisture ratio, MR) โดยเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$MR = [M(t) - M_{cq}] / [M_{in} - M_{cq}]$$

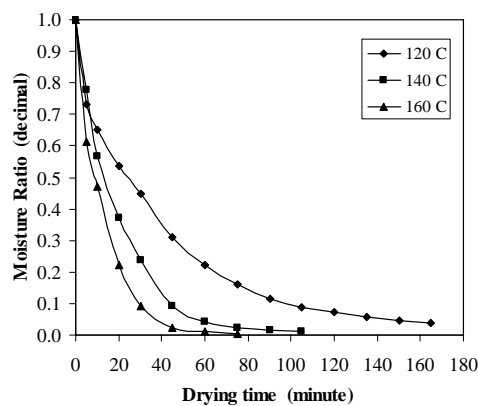
เมื่อ $M(t)$ คือ ความชื้นของปลาร้าที่เวลาใด ๆ, decimal dry basis

M_{in} คือ ความชื้นเริ่มต้นของปลาร้า, decimal dry basis

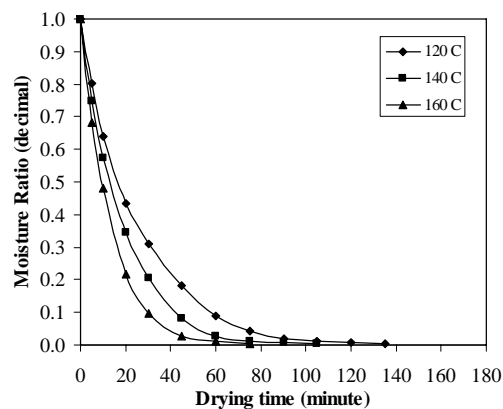
M_{cq} คือ ความชื้นสมดุล, decimal dry basis

เนื่องจากในการวิจัยนี้ใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 °C ดังนั้นความชื้นสมดุลของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองอาจสมมติได้ว่ามีค่าน้อยมากหรือประมาณเท่ากับศูนย์

1 อิทธิพลของอุณหภูมิของตัวกลางต่ออัตราการลดความชื้น



ภาพที่ 2 อิทธิพลของอุณหภูมิไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่มีต่อการลดความชื้นของปลาร้า



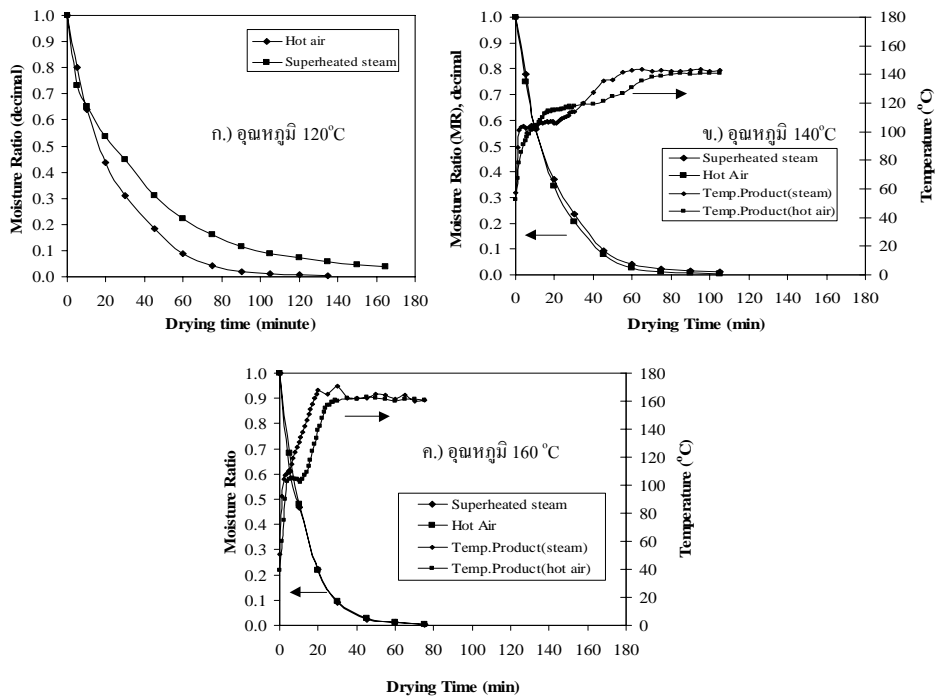
ภาพที่ 3 อิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศร้อนที่มีต่อการลดความชื้นของปลาร้า

จากผลการทดลองอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 120 140 และ 160 °C ดังภาพที่ 2 และ 3 พบว่า การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อนที่อุณหภูมิสูงสามารถลดความชื้นของปลาร้าได้เร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่าที่เวลาใดๆ ความแตกต่างของอัตราส่วนความชื้นของการอบแห้งที่อุณหภูมิตั้งแต่ 120 และ 140 °C จะมากกว่าระหว่าง 140 และ 160 °C เนื่องจากในการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 °C จะมีไอน้ำร้อนชนิดยิ่งบางส่วนควบแน่นที่ผิวของปลาร้า จึงต้องใช้เวลาในการระเหยน้ำส่วนเกินนี้ทำให้การลดลงของความชื้นของปลาร้าลดลงจึงมีความแตกต่างของอัตราส่วนความชื้นมากขึ้น ในขณะที่การอบแห้งด้วยอากาศร้อนจะเห็นว่าความแตกต่างนี้มีค่าใกล้เคียงกัน

2 อิทธิพลของตัวกลางที่มีต่ออัตราการลดความชื้น

จากการเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 120 140 และ 160 °C พบว่าที่อุณหภูมิ 120 °C การอบแห้งด้วยอากาศร้อนสามารถลดความชื้นได้เร็วกว่าการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งมาก ดังภาพที่ 4 ก. และเนื่องจากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิปลาร้าเกิดความผิดพลาด จึงไม่สามารถแสดงอุณหภูมิของปลาร้าได้ที่อุณหภูมิ 140 °C อัตราการอบแห้งด้วยอากาศร้อนมีค่าสูงกว่าการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งเล็กน้อย และอัตราการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อนมีค่าเท่ากันที่อุณหภูมิ 160 °C แสดงว่า Inversion Temperature ของการอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อนมีค่าประมาณ 160 °C



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบการลดลงของความชื้น เมื่ออบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง และอากาศร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

3 สีของปลาร้าหลังการอบแห้ง

ตารางที่ 1 สีของปลาร้าหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อน

อุณหภูมิ (°C)	ไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง			อากาศร้อน		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
120	26.49	10.04	13.78	22.45	8.53	10.92
140	32.92	11.71	19.25	17.70	6.16	8.66
160	28.59	11.73	17.78	20.14	7.39	10.53

การวัดสีในทอมของ L*, a* และ b* ของปลาร้าหลังการอบแห้ง จะใช้ปลาร้าที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง และอากาศร้อน ที่อุณหภูมิ 120 140 และ 160 °C จนความชื้นสุดท้ายประมาณ 0.04 dry basis จากตารางที่ 1 พบว่า ค่า L*, a* และ b* ของปลาร้าที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งจะสูงกว่าที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยเฉพาะค่าสีแดง จึงทำให้ปลาร้าที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งมีสีเข้มกว่าที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน และในการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่ทุกๆ อุณหภูมิ จะพบว่าปลาร้าเกิดการไหม้เป็นสีดำ ในขณะที่การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งจะไม่พบว่าการไหม้เลย เนื่องจากในระบบอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งไม่มีออกซิเจนอยู่

สรุป

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองอบแห้งปลาร้าด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและอากาศร้อน พบว่าอัตราการอบแห้งจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้น และที่อุณหภูมิต่ำกว่า 160 °C อัตราการอบแห้งด้วยอากาศร้อนจะสูงกว่าอัตรา การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งและมีค่าใกล้เคียงกันที่อุณหภูมิ 160 °C สีของปลาร้าหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งจะเข้ มกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งจะไม่เกิดการไหม้ของปลาร้าขณะอบแห้ง

เอกสารอ้างอิง

อิตรศ รุชกัลยา. 2543. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคฟลูอิดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยี พลังงาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
 Iyota, H., N. Nishimura, Onuma and T. Nomura. 2001. Drying of Sliced Raw Potatoes in Superheated Steam and Hot Air. Drying Technology. 19(7): 1411-1424.

- Li, Y.B., J. Seyed-Yagoobi, G.R. Moreira and R. Yamsaengsung. 1999. Superheated Steam Impingement Drying of Tortilla Chips. *Drying Technology*. 17(1&2) : 191-213.
- Moreira, G.R. 2001. Impingement Drying of Foods using Hot Air and Superheated Steam. *Journal of Food Engineering*. 49: 291-295.