

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งทอดซอสมะขามสู่การผลิตเชิงพาณิชย์
Development of Fried Shrimp with Tamarind Sauce Product
into Commercial Production

มนฤทัย ศรีทองเกิด^{*1}, ประวีณา บุญมา², พรทวิ ธนสัมบันธุ์¹, บุญญาพร เชื้อสมพงษ์¹,
อรอนงค์ ทองมี¹, บุษราคัม สีดาเหลือง¹, ทิพย์พิกา ธรฤทธิ์¹ และ เสาวพรรณ ปาละสุวรรณ¹

¹โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

²บจก.บุญชัยฟาร์ม 2020

Monruthai Srithongkerd^{*1}, Pravena Bunma², Porntawee Tanasombun¹,
Boonyaporn Chuamsompong¹, Onanong Thongmee¹, Bussarakam Seedaluang¹,
Thippika Thorarit¹ and Saowapan Palasuwan¹

¹School of Culinary Arts, Saun Dusit University

²Boonchaifarm 2020

รับบทความ: 7 มกราคม 2568

แก้ไขบทความ: 5 มิถุนายน 2568

ตอบรับบทความ: 9 มีนาคม 2569

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งทอดซอสมะขามสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาอุณหภูมิในการทอดกุ้งขาวในระบบสุญญากาศ 80, 90, 100 และ 110°C เป็นเวลา 60 นาที 2) เพื่อศึกษาดำรับของซอสมะขาม การลดโซเดียมและน้ำตาล และ 3) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จำนวน 100 คน โดยการให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale Test) และทดสอบความชื้นของผลิตภัณฑ์ และปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (aw) คัดเลือกสภาวะการทอดที่ดีที่สุด ศึกษาตำรับซอสมะขาม 3 ตำรับ คัดเลือกตำรับซอสที่ดีที่สุดจากผู้ทดสอบ 50 คน ลดปริมาณโซเดียมและน้ำตาลจากสูตรร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนัก นำตำรับซอสที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษาอัตราส่วนในผลิตภัณฑ์ 4 ระดับ ได้แก่ กุ้งทอด 1,000 กรัม ต่อ น้ำซอสมะขาม 500, 750, 1,000 และ 1,250 กรัม นำผลิตภัณฑ์สุดท้ายไปอบในตู้อบลมร้อน 60°C 60 นาที วัดความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน คัดเลือกระดับของการเติมซอสมะขามที่ดีที่สุด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์พร้อมบรรจุภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป 200 คน พบว่า อุณหภูมิในการทอด 90°C 60 นาที มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงขอบมาก 8.25 ± 0.35 คะแนน ซอสมะขามตำรับที่ 3 ซึ่งมีส่วนผสมของมะขามเปียกมากที่สุดได้รับคะแนนความชอบสูงสุด อัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ คือ กุ้งทอด 1,000 กรัม ต่อน้ำซอสมะขาม 1,000 กรัม ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น 18.56% น้ำอิสระ 0.46 ได้รับ

*ผู้ประสานงาน (Corresponding Author)
e-mail: sri@dusit.ac.th

คะแนนความชอบ 8.26 ± 0.39 คะแนน และไม่พบจุลินทรีย์ตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข รูปแบบภาชนะบรรจุที่ผู้บริโภคยอมรับคือซองฟอยล์ทึบแสงพิมพ์ลายไม่เห็นสินค้าภายในเพื่อให้สินค้าเก็บได้ยาวนาน

คำสำคัญ: กุ้งขาว กุ้งทอดสุญญากาศ ซอสมะขาม

Abstract

The development of tamarind sauce fried shrimp products toward commercial production has the following objectives: 1) to study the frying temperatures of white shrimp in a vacuum system at 80, 90, 100, and 110°C for 60 minutes; 2) to study tamarind sauce formulations, reducing sodium and sugar, and 3) to study consumer acceptance of the product with 100 participants using a 9-point hedonic scale and testing product moisture content and water activity (aw). The best frying conditions were selected, and three tamarind sauce formulations were studied. The best sauce formulation was chosen by 50 testers. Sodium and sugar contents were then reduced by 2, 4, and 6% by weight. The selected sauce formulation was studied in four product ratios: 1,000 grams of fried shrimp to 500, 750, 1,000, and 1,250 grams of tamarind sauce. The final product was then baked in a hot air oven at 60°C for 60 minutes, and moisture content and water activity were measured. Fifty testers were used to select the best level of tamarind sauce addition. Finally, the product with packaging was tested for consumer acceptance with 200 participants. It was found that frying at 90°C for 60 minutes resulted in a preference score in the 'like very much' range, with 8.25 ± 0.35 points. Tamarind sauce Recipe 3, which contained the highest amount of tamarind pulp, received the highest preference score. The appropriate product ratio is 1,000 grams of fried shrimp to 1,000 grams of tamarind sauce. The final product had a moisture content of 18.56% and free water of 0.46, received a preference score of 8.26 ± 0.39 points, and no microorganisms were found according to the Ministry of Public Health standards. The packaging format accepted by consumers is an opaque printed foil pouch that does not show the product inside, to allow for longer shelf life.

Keywords: Pacific White Shrimp, Vacuum Fried Shrimp, Tamarind Sauce

บทนำ

ปัจจุบันการเทคโนโลยีการทอดแบบสุญญากาศถูกนำมาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากผักผลไม้และเนื้อสัตว์ทอดกรอบ รวมถึงการนำมาใช้ในการผลิตเชิงพาณิชย์สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปขนาดเล็ก การทอดแบบสุญญากาศใช้ความดันและอุณหภูมิต่ำกว่าการทอดแบบดั้งเดิมและเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการแปรรูป

ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติ เนื้อสัมผัสที่ดี และมีกลิ่นรส และสีของอาหารสวยงามน่ารับประทาน เทคโนโลยีการทอดสุญญากาศนั้นจะใช้อุณหภูมิและเวลาที่ต่ำกว่าการทอดที่สภาวะปกติส่งผลต่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้กรอบที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ทางสมบัติทางเคมีกายภาพ รสชาติ กลิ่น รายงานวิจัยของ Shyu et al (2001) พบว่าการทอดสุญญากาศสามารถลดปริมาณน้ำมันลงเมื่อเปรียบเทียบกับผัก และผลไม้ทอดในบรรยากาศปกติ และสามารถชะลอการหืนของน้ำมัน สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Granda et al (2004) พบว่าการทอดสุญญากาศสามารถช่วยลดการเกิดสารจำพวก อะคริลาไมด์ (Acrylamide) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ซึ่งเกิดจากการไหม้ของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตในผักและผลไม้ การทอดสุญญากาศสามารถรักษาคคุณค่าทางโภชนา เช่น วิตามินและแร่ธาตุของการแปรรูปผักและผลไม้ทอดกรอบได้ดีกว่าการทอดที่สภาวะบรรยากาศ (Dueik et al, 2012)

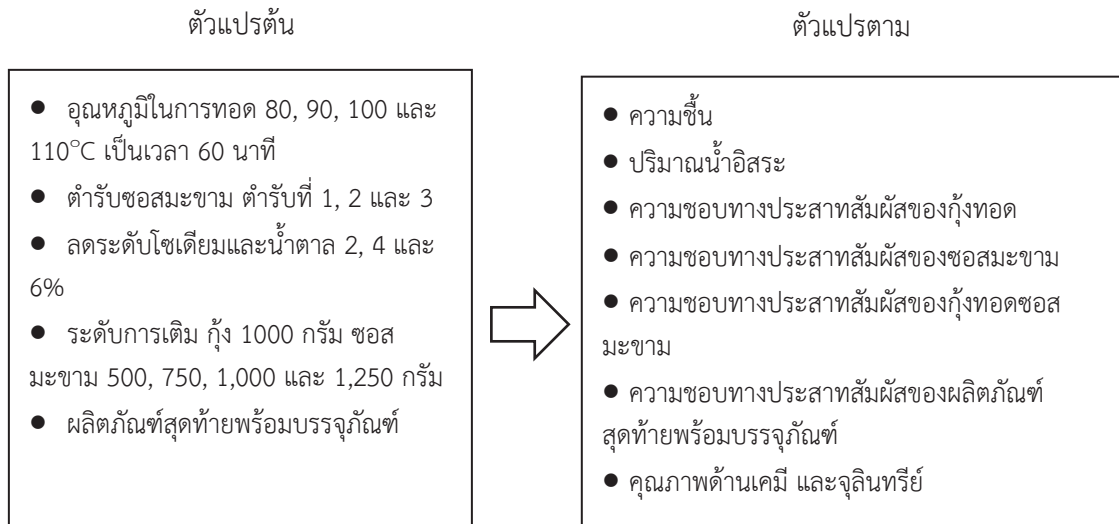
ในปี 2024 ประเทศไทยยังประสบปัญหาทั้งขาดทุนหรือราคาตกต่ำซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในระบบเศรษฐกิจ โดยมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากต้นทุนการผลิตสูงและการแข่งขันในตลาดโลก การนำกุ้งขนาดเล็ก หรือตกเกรดมาเพิ่มมูลค่าจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยเหลือเกษตรกร และผู้ประกอบการ จากการสำรวจเมนูในร้านอาหารภาคกลางจำนวน 50 ร้าน พบว่า ในทุกร้านที่ทำการสำรวจมีเมนูกุ้งทอดซอสมะขามเมนูนี้จึงเป็นเมนูยอดนิยม การนำเมนูอาหารไทยที่ได้รับความนิยม เช่น กุ้งทอดซอสมะขามมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในรูปแบบของสแนคจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับกุ้งขาวซึ่งมีอยู่มากในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่บริการของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีการทอดแบบสุญญากาศมาใช้กับอาหารไทยเพื่อยืดอายุ หรือเพิ่มความหลากหลายในการบริโภคในรูปแบบของอาหารทานเล่นยังไม่ค่อยมีการศึกษาในการผลิตเชิงพาณิชย์ งานวิจัยนี้จึงศึกษาสภาวะในการทอดกุ้งขาวแวนนาไมด์ขนาดเล็ก ศึกษาตำรับของซอส และอัตราส่วนที่เหมาะสมรวมทั้งกระบวนการผลิตในเชิงพาณิชย์ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่สามารถใช้งานได้จริง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอุณหภูมิในการทอดกุ้งขาวในระบบสุญญากาศ
2. เพื่อศึกษาดำรับของซอสมะขาม การลดโซเดียม และน้ำตาล
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

กรอบแนวคิด



ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้บริโภครandom ในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 100 คน

ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน ในวิทยาเขตสุพรรณบุรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 50 คน

ผู้บริโภครandom เป้าหมาย ผู้บริโภคในมหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 50 คน

2. เครื่องมือ

2.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ยี่ห้อ Aqualab รุ่น 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UN 55 ลิตร ประเทศเยอรมนี

2.3 เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ ZEPPER รุ่น BGB224 ประเทศจีน

2.4 โถดูดความชื้น

2.5 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ ใบรายงานผลการให้

คะแนนความชอบ (9-point Hedonic scaling)

2.6 แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

3. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

3.1 การศึกษาอุณหภูมิในการทอดกุ้งขาวในระบบสุญญากาศ

การเตรียมกุ้งขาวแวนนาไมต์ตักเกรด ขนาดเล็กจากฟาร์มในอำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี มาล้างทำความสะอาด แยกหัวกุ้งออก ล้างผ่านตะแกรงด้วยน้ำไหลผ่านอีก 5 นาที จากนั้นสะเด็ดน้ำและผึ่งให้แห้ง นำไปทอดด้วยหม้อทอดระบบสุญญากาศ โดยกุ้ง 5 กิโลกรัมต่อน้ำมันทอด 15 ลิตร ควบคุมอุณหภูมิในการทอด 4 ระดับ ได้แก่ 80, 90, 100 และ 110°C เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำไปเข้าเครื่องสไลด์น้ำมัน

เพื่อสกัดน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์กุ้งทอด นำกุ้งไปบรรจุลงถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์ บรรจุโดยการใส่ลมไนโตรเจน แทนที่อากาศ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน เพื่อคัดเลือกกุ้งทอดที่มีคะแนนความชอบสูงสุด โดยวิเคราะห์ผลร่วมกับค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ ซึ่งการวิเคราะห์ตัวอย่างต้องนำกุ้งไปอบด้วยโกร่ง และนำไปอบในตู้อบลมร้อน 105°C และบันทึกน้ำหนัก คำนวณค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ ส่วนการวัดปริมาณน้ำอิสระให้นำตัวอย่างไปอบและนำไปวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ บันทึกค่า และวิเคราะห์ผล จากนั้นคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นที่น้อยที่สุด หรือปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 มีคะแนนความชอบสูงสุด ไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2 การศึกษาตำรับของซอสมะขาม การลดโซเดียมและน้ำตาลและระดับการเติมที่เหมาะสม

คัดเลือกตำรับซอสมะขามที่ใช้ในการทำกุ้งทอดราดซอสมะขาม จำนวน 3 ตำรับ (ตารางที่ 1) และนำมาประกอบอาหารตามตำรับที่แนะนำไว้ จากนั้น นำซอสมะขามทั้ง 3 ตำรับ ไปทดสอบการยอมรับด้วยการให้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน ในวิทยาเขตสุพรรณบุรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 50 คน ประกอบด้วยอาจารย์ เจ้าหน้าที่และนักศึกษสาขาที่เกี่ยวข้องกับอาหาร โดยประเมินคุณลักษณะด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของซอสทั้ง 3 ตำรับ และคัดเลือกตำรับที่มีคะแนนสูงที่สุดมาใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 1 ตำรับซอสมะขาม 3 ตำรับ

ส่วนผสม	ตำรับที่ 1 (ร้อยละ)	ตำรับที่ 2 (ร้อยละ)	ตำรับที่ 3 (ร้อยละ)
น้ำตาลทราย	18.52	-	-
น้ำตาลมะพร้าว	-	65.04	46.66
น้ำมะขามเปียก	9.26	17.07	33.34
น้ำสต็อกกุ้ง	61.74	-	-
เกลือ	3.08	-	-
น้ำปลา	-	17.07	20.00
พริกชี้ฟ้าแดง	7.40	-	-
พริกชี้ฟ้าปน	-	0.82	-
รวม	100.00	100.00	100.00

ที่มา : ตำรับที่ 1 ดัดแปลงจาก Thai Taste Therapy. (2567)

ตำรับที่ 2 ดัดแปลงจาก วันดี แก้วสุวรรณ (2566)

ตำรับที่ 3 ดัดแปลงจาก Trueid (2567)

นำตำรับซอสที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษาการลดปริมาณโซเดียมและน้ำตาลจากสูตรร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนัก ทดสอบการยอมรับด้วยการให้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน ในวิทยาเขต สุพรรณบุรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 50 คน จากนั้นนำซอสมาผสมกับกุ้งทอด โดยศึกษาอัตราส่วน ในผลิตภัณฑ์ 3 ระดับ ได้แก่ กุ้งทอด 1,000 กรัม ต่อน้ำซอสสมะขาม 500, 750, 1,000 และ 1,250 กรัม นำผลิตภัณฑ์สุดท้ายไปอบในตู้อบลมร้อน 60°C 60 นาที วัดความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ ใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคกลุ่ม เป้าหมาย ผู้บริโภคในมหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 50 คนคัดเลือกระดับของการเติมซอสสมะขามที่ดีที่สุด

3.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์โดยการนำสูตรที่มีคะแนน ปัจจัยคุณภาพด้านต่างๆ มากที่สุด จากข้อ 3.2 มาทำการทดสอบโดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปในจังหวัด สุพรรณบุรี จำนวน 100 คน ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic scale test) ต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม รวมทั้งสอบถามการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ต่อบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 รูปแบบ และศึกษาคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ในด้านกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ในการวิเคราะห์ ปริมาณความชื้นและน้ำอิสระ และในการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale test วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) และวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาอุณหภูมิในการทอดกุ้งขาวในระบบสุญญากาศ

จากการทอดกุ้งขาวแวนนาไมด์ โดยการควบคุมอุณหภูมิในการทอด 4 ระดับ ได้แก่ 80, 90, 100 และ 110°C เป็นเวลา 60 นาที วัดค่าความชื้น (%Moisture) และปริมาณน้ำอิสระ (aw) ดังตารางที่ 2 และ คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกุ้งทอดกรอบภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิในการทอด แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3 พบว่าสภาวะการทอดกุ้งขาวแวนนาไมด์ที่ได้รับการคัดเลือกคือ การทอดในระบบ สุญญากาศ โดยควบคุมอุณหภูมิ 90°C นาน 60 นาที ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความชื้น (%Moisture) และปริมาณน้ำอิสระ (aw) ของกุ้งขาวที่ทอดในระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เวลา 60 นาที

อุณหภูมิในการทอด (°C)	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ
80	7.45 ^a ±0.02	0.458 ^a ±0.003
90	5.65 ^b ±0.01	0.285 ^b ±0.002
100	5.55 ^b ±0.02	0.284 ^b ±0.004
110	5.45 ^b ±0.03	0.267 ^b ±0.002

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ ของกุ้งขาวที่ทอดในระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิแตกต่างกันในเวลา 60 นาที แสดงให้เห็นว่า การทอดในระบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80°C นาน 60 นาที กุ้งยังมีความชื้นอยู่สูงและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับผลของปริมาณน้ำอิสระซึ่งแสดงให้เห็นว่าความชื้นของกุ้งภายหลังการทอดแล้วยังมีน้ำอิสระอยู่ในโครงสร้างของเนื้อกุ้งอยู่ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกุ้งในระหว่างเก็บรักษา และเมื่ออุณหภูมิในการทอดสูงขึ้นทำให้ความชื้นในตัวกุ้งได้ถูกกำจัดออกจากโครงสร้างของกล้ามเนื้อทำให้ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในกุ้งน้อยลง โดยความชื้นของกุ้งและปริมาณน้ำอิสระค่อย ๆ ลดลงเมื่อระดับของอุณหภูมิสูงขึ้น การทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้นช่วยให้ความชื้นในอาหารระเหยออกได้เร็วกว่าทำให้อาหารมีความชื้นต่ำและกรอบขึ้น ลดการร่อนน้ำมัน ผลการวิจัยพบว่าเมื่อทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณความชื้นในอาหารลดลงเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า เนื่องจากน้ำอิสระบริเวณผิวหน้ากลายเป็นไอเร็วขึ้น และการทอดแบบสุญญากาศช่วยลดสารอันตรายได้ดี (ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ และ ญัฐจิรา ศีลาฉาย, 2559)

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกุ้งทอดกรอบภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิในการทอดแตกต่างกัน ($N=100$)

อุณหภูมิในการทอด (°C)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
80	7.56 ^b ±0.52	6.35 ^b ±0.43	6.98 ^b ±0.56	6.29 ^b ±0.44	6.40 ^b ±0.45	6.25 ^c ±0.30
90	8.26 ^a ±0.17	8.67 ^a ±0.25	8.77 ^a ±0.23	8.67 ^a ±0.20	8.89 ^a ±0.22	8.25 ^a ±0.35
100	7.65 ^b ±0.45	6.45 ^b ±0.35	7.20 ^b ±0.54	6.11 ^b ±0.54	6.88 ^b ±0.58	7.19 ^b ±0.45
110	7.76 ^b ±0.34	6.28 ^b ±0.56	7.11 ^b ±0.65	5.98 ^b ±0.48	6.59 ^b ±0.78	6.88 ^{bc} ±0.40

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่มีอักษรต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่า การทอดในระบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 90°C นาน 60 นาที มีผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สูงกว่าตัวอย่างอื่น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทอดที่อุณหภูมิ 80°C ผลิตรสชาติยังมีความชื้น สีซีด กลิ่นความมากกว่าตัวอย่างอื่น รสชาติจืดเนื่องจากอมน้ำมัน เนื้อสัมผัสไม่กรอบ มีความนิ่ม จึงไม่ได้รับคะแนนการยอมรับที่สูงเท่ากับตัวอย่างที่ผ่านการทอดที่ 90°C ส่วนการทอดในระบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 100 และ 110°C พบว่า สีค่อนข้างเข้ม ตัวของกุ้งมีสีไม่สม่ำเสมอ โดยบริเวณหัวจะคล้ำมากกว่า และกลิ่นหอมบางตำแหน่งส่วนบางตำแหน่งมีกลิ่นคล้ายกลิ่นไหม้ รสชาติไม่สม่ำเสมอมีความขมบางตำแหน่งที่มีไขมันสูง เนื้อสัมผัสกรอบร่วน ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับที่สูงแต่ผลิตรสชาติมีความไม่สม่ำเสมอและควบคุมการผลิตได้ยากกว่าการทอดที่ 90°C สอดคล้องการงานวิจัยของ Da Silva et al (2008) กลไกที่สำคัญในการสร้างสภาวะสุญญากาศโดยการดูดอากาศออกจากหม้อทอดส่งผลให้ความดันเกจที่เกิดขึ้นในหม้อทอดมีค่าความดันต่ำกว่า 7-10 กิโลปาสกาล สภาวะดังกล่าวเรียกความดันสุญญากาศ สามารถช่วยลดจุดเดือดของน้ำมัน ส่งผลให้สามารถทอดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 90°C และสามารถลดการเกิดออกซิเดชันเมื่อเทียบกับการทอดที่สภาวะบรรยากาศมากกว่า 10-12 เท่า นอกจากนั้น อุณหภูมิสูงที่ใช้ในการทอดที่สูงเกินไปอาจก่อให้เกิดสารที่เป็นอันตรายได้ อาหารทอดที่มีโปรตีน เช่น กุ้งทอด เป็นแหล่งหลักของอะคริลาไมด์ในอาหาร ซึ่งอาจเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Mestdagh et al, 2008) จึงเลือกสภาวะการทอดดังกล่าวเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 1 กุ้งขาวแวนนาไมด์ที่ผ่านการทอดในระบบสุญญากาศ ควบคุมอุณหภูมิ 90°C นาน 60 นาที

2. ผลการศึกษาตำรับของซอสมะขาม การลดโซเดียมและน้ำตาลและระดับการเค็มที่เหมาะสม

ผลการคัดเลือกตำรับซอสมะขามที่ใช้ในการทำกึ่งทอดราดซอสมะขามจาก 3 ตำรับ ได้ผลดังตารางที่ 3 และ นำตำรับซอสที่ได้รับการคัดเลือกมาศึกษาการลดปริมาณโซเดียมและน้ำตาลจากสูตรร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 4 และนำซอสมาผสมกับกึ่งทอด ในอัตราส่วน กึ่งทอด 1,000 กรัม ต่อน้ำซอสมะขาม 500, 750, 1,000 และ 1,250 กรัม ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตำรับซอสมะขามทั้ง 3 ตำรับ ที่ใช้ในการทำกึ่งทอดราดซอสมะขาม ($N=50$)

ตำรับ ซอสมะขาม	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
ตำรับที่ 1	8.56 ^a ±0.52	6.35 ^b ±0.43	6.98 ^b ±0.56	6.29 ^b ±0.44	6.40 ^b ±0.45	6.25 ^c ±0.30
ตำรับที่ 2	6.76 ^c ±0.34	8.28 ^a ±0.56	8.11 ^a ±0.65	7.98 ^a ±0.48	8.59 ^a ±0.78	7.18 ^b ±0.40
ตำรับที่ 3	7.26 ^b ±0.17	8.67 ^a ±0.25	8.77 ^a ±0.23	8.67 ^a ±0.20	8.89 ^a ±0.22	8.65 ^a ±0.35

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 ลักษณะปรากฏของซอสทั้ง 3 ตำรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับที่ 1 มีส่วนประกอบของน้ำตาลทรายจึงให้ลักษณะของซอสที่เงาและสวยกว่า ส่วนด้านสี พบว่า ตำรับที่มีส่วนประกอบของน้ำตาลมะพร้าวได้คะแนนความชอบด้านสี และกลิ่นมากกว่าตำรับที่ 1 ซึ่งใช้น้ำตาลทรายแทนน้ำตาลมะพร้าว ในด้านรสชาติ ตำรับที่ 2 และ 3 มีส่วนประกอบของน้ำตาลมะพร้าวและน้ำปลา ทำให้กลิ่นรสมีความหอมมากกว่าจึงได้รับคะแนนการยอมรับที่สูงกว่า ด้านเนื้อสัมผัสตำรับที่ 2 และ 3 ไม่มีส่วนผสมของพริกชี้ฟ้าแดง จึงมีเนื้อสัมผัสที่เนียนกว่า ตำรับที่ได้รับการยอมรับด้านความชอบโดยรวมได้คะแนนความชอบสูงที่สุดคือ ตำรับที่ 3 จึงนำตำรับที่ 3 มาศึกษาการลดปริมาณน้ำปลาและน้ำตาลลง เนื่องจากผู้ทดสอบให้ข้อมูลในเรื่องความเข้มข้นของรสชาติที่สูงเกินไปและต้องการประโยชน์ในเชิงสุขภาพจึงไม่ยากบริโภคน้ำตาลและโซเดียมสูง

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตำรับซอสมะขามตำรับที่ 3 ที่มีการปรับลดปริมาณ น้ำปลาและน้ำตาลลง 3 ระดับเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ($N=50$)

ตำรับ ซอสมะขาม	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ โดยรวม
ตัวอย่างควบคุม	7.26 ^b ±0.17	8.67 ^a ±0.75	8.77 ^a ±0.23	8.67 ^a ±0.50	8.89±0.22	8.65 ^a ±0.35
ลดน้ำตาล 2%	7.16 ^b ±0.17	8.64 ^b ±0.21	8.47 ^a ±0.45	8.87 ^a ±0.60	8.89±0.22	7.25 ^b ±0.32
ลดน้ำปลา 2%						
ลดน้ำตาล 4%	8.46 ^a ±0.18	8.47 ^a ±0.84	8.42 ^a ±0.42	8.32 ^a ±0.51	8.45±0.34	8.65 ^a ±0.18
ลดน้ำปลา 4%						
ลดน้ำตาล 6%	6.26 ^c ±0.17	6.17 ^b ±0.80	6.43 ^b ±0.25	6.46 ^b ±0.25	8.89±0.22	6.25 ^c ±0.36
ลดน้ำปลา 6%						

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่มีอักษรต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq .05$) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4 ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ของซอสทั้ง 3 ตำรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับที่ 1 มีการลดน้ำปลาและน้ำตาลลงร้อยละ 2 (น้ำปลา ร้อยละ 2 น้ำตาล ร้อยละ 2) ตำรับที่ 2 มีการลดน้ำปลาและน้ำตาลลงร้อยละ 4 (น้ำปลา ร้อยละ 4 น้ำตาล ร้อยละ 4) ตำรับที่ 3 มีการลดน้ำปลาและน้ำตาลลงร้อยละ 6 (น้ำปลา ร้อยละ 6 น้ำตาล ร้อยละ 6) ส่วนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันและผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบตำรับที่ 2 มากที่สุดและไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม จึงนำตำรับที่ 3 ไปศึกษาอัตราส่วนของกุ้งทอดสุญญากาศกับน้ำซอสในขั้นตอนต่อไป

จากตารางที่ 5 ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์กุ้งทอดสุญญากาศที่นำมาคลุกเคล้ากับซอสมะขามสูตรที่ลดน้ำตาลและน้ำปลาลงร้อยละ 4 ในอัตราส่วนของกุ้งทอดและน้ำซอสในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนของกุ้งทอดสุญญากาศ 1,000 กรัมต่อน้ำซอส 1,000 กรัม (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด สัดส่วนของซอสที่มีความเหมาะสม ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงคัดเลือกกุ้งทอดซอสมะขามอัตราส่วนดังกล่าวเพื่อมาศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พบว่า ผลการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค และสามารถจำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์ จากตารางที่ 7 คุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งทอดซอสมะขามตามเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข พบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้พลังงาน 485 ± 0.98 kcal/100 g มีโปรตีน 25.1 ± 0.34 g/100 g มีปริมาณโซเดียม 953 ± 0.97 mg/100 g ซึ่งกรมอนามัยแนะนำให้บริโภคไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัม/วัน มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 22.6 ± 0.49 g/100g ยังอยู่ในเกณฑ์ที่บริโภคได้

ไม่เกิน 24 กรัมต่อวัน ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ $3.22 \pm 0.39 \text{ g/100 g}$ มีความเหมาะสมกับการผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ สามารถจำหน่ายได้ภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องโดยไม่ต้องเก็บรักษาในตู้เย็น

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการสำหรับขนาดบรรจุ 1 ถูง ปริมาณ 75 กรัม ให้พลังงาน 360 กิโลแคลอรี น้ำตาล 18 กรัม ไขมัน 18 กรัม และโซเดียม 720 มิลลิกรัม แบ่งบริโภค 3 ครั้ง ครั้งละ 25 กรัม (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนของกุ้งทอดสุญญากาศกับน้ำซอส 3 ระดับ โดยใช้กุ้งทอด 1,000 กรัม ($N=50$)

ปริมาณซอส มะขาม (กรัม)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
500	$7.26^b \pm 0.42$	$5.38^c \pm 0.44$	$5.88^c \pm 0.56$	$5.29^b \pm 0.45$	$5.40^c \pm 0.41$	$6.15^b \pm 0.39$
750	$7.16^b \pm 0.84$	$6.22^b \pm 0.52$	$7.14^b \pm 0.75$	$5.98^b \pm 0.48$	$6.54^b \pm 0.56$	$6.48^b \pm 0.90$
1,000	$8.34^a \pm 0.87$	$8.40^a \pm 0.48$	$8.86^a \pm 0.77$	$8.38^a \pm 0.76$	$8.90^a \pm 0.65$	$8.26^a \pm 0.39$
1,250	$6.87^c \pm 0.56$	$5.78^b \pm 0.87$	$5.21^c \pm 0.67$	$5.54^b \pm 0.75$	$5.45^c \pm 0.29$	$6.11^b \pm 0.39$

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq .05$)

ตารางที่ 6 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

จุลินทรีย์	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (CFU/g)	< 10
<i>Clostridium spp.</i> (CFU/g)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (CFU/g)	< 10
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	ไม่เกิน 10 ใน 1 กรัม (CFU/g)	< 10
<i>Salmonella spp.</i> (per 25 g)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)	Not detected

ตารางที่ 7 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

Test item (s)	Test method	Result	Units
Energy	Methods of Analysis for Nutrition Labeling 1993, Chapter 1,5,6	485±0.98	kcal/100g
Total Fat	AOAC (2023) 948.15	23.5±0.96	g/100g
Saturated fat	In-house method T974 based on AOAC (2023) 996.06	9.8±0.87	g/100g
Cholesterol	In-house method T992 based on Journal of AOAC International Vol. 76, No.4, 1993	124±0.96	mg/100g
Total Carbohydrate	Methods of Analysis for Nutrition Labeling 1993, Chapter 1,5,6	43.2±0.45	g/100g
Total Sugars	In-house method T997 based on AOAC (2023) 982.14	22.6±0.49	g/100g
Protein (Nx6.25)	In-house method T9258 based on AOAC (2023) 992.15	25.1±0.34	g/100g
Sodium	In-house method T9152 based on AOAC (2023) 984.27	953±0.97	mg/100g
Potassium	In-house method T9152 based on AOAC (2023) 984.27	532±1.01	mg/100g
Moisture	AOAC (2023) 952.08	3.22±0.39	g/100g
Ash	AOAC (2023) 938.08	4.94±0.28	g/100g

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

Nutrition labeling (THAI, RDI)

ฉลากโภชนาการสำหรับขนาดบรรจุ 75 กรัม
หนึ่งหน่วยบริโภค 1/3 ถุง (25 กรัม)

ข้อมูลโภชนาการ (Nutrition Information)	
กินได้ 3 ครั้ง ต่อถุง 3 servings per bag	
คุณค่าทางโภชนาการต่อการกินหนึ่งครั้ง : 1/3 ถุง (25 กรัม) Amount per serving : 1/3 bag (25 g)	
พลังงาน	120 กิโลแคลอรี
Energy	120 kcal
ร้อยละของค่าอ้างอิงต่อวัน* (%Thai RDI*)	
ไขมันทั้งหมด (Total fat) 6 ก. (g)	9 %
ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat) 2.5 ก. (g)	12 %
คอเลสเตอรอล (Cholesterol) 30 มก. (mg)	10 %
โปรตีน (Protein) 6 ก. (g)	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate) 11 ก. (g)	4 %
น้ำตาลทั้งหมด (Total sugars) 6 ก. (g)	
โซเดียม (Sodium) 240 มก. (mg)	12 %
โพแทสเซียม (Potassium) 135 มก. (mg)	4 %

*ร้อยละของค่าอ้างอิงอาหารต่อวันสำหรับคนไทย จากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี (Percent Thai Reference Daily Intakes, based on a 2,000 kcal)

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ถุง
ควรแบ่งกิน 3 ครั้ง

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
360	18	18	720
กิโลแคลอรี	กรัม	กรัม	มิลลิกรัม
* 18 %	* 28 %	* 28 %	* 36 %

* คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการสำหรับขนาดบรรจุ 1 ถุง

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กึ่งทอดซอสมะขามจำนวน 100 คน โดยถามคำถามที่บ่งบอกลักษณะทางประชากรศาสตร์ ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบการยอมรับ และความต้องการซื้อผลิตภัณฑ์ โดยใช้การประเมินความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด) พบว่า ผู้ทดสอบมีอายุตั้งแต่ 20 ปี ถึง 60 ปี โดยเป็นกลุ่มบุคคลทั่วไป นักศึกษาด้านอาหาร และธุรกิจบริการ ในมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนด้านอาหาร ผู้ประกอบการร้านอาหาร แม่บ้าน ลูกจ้าง ข้าราชการ และพนักงานมหาวิทยาลัย นักธุรกิจ เป็นเพศชาย ร้อยละ 62.00 เพศหญิง ร้อยละ 38.00 ระดับการศึกษาสูงสุด คือ ปริญญาตรี (ร้อยละ 34.00) ส่วนใหญ่อาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน และรับจ้าง (ร้อยละ 36.00) มีรายได้ส่วนใหญ่อยู่ที่ 15,001- 20,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 57.00) ดังตารางที่ 8, 9, 10 และ 11

ตารางที่ 8 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

ผู้ทดสอบ	ปัจจัย	ร้อยละ
เพศ	ชาย	62.00
	หญิง	38.00
อายุ	20 – 30 ปี	28.00
	31 – 40 ปี	11.00
	41 – 50 ปี	24.00
	50 - 60 ปี	37.00
การศึกษา	ประถม / มัธยมศึกษา	22.00
	อนุปริญญา / ปวช. / ปวส.	23.00
	ปริญญาตรี	34.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	21.00
อาชีพ	นิสิต / นักศึกษา	23.00
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	22.00
	พนักงานบริษัทเอกชน / รับจ้าง	36.00
	ธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย	19.00
รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท	0.00
	5,001 – 10,000 บาท	0.00
	10,001 – 15,000 บาท	18.00
	15,001 – 20,000 บาท	57.00
	มากกว่า 20,000 บาท	25.00

ตารางที่ 9 คะแนนความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กุ้งทอดซอสมะขามจากการสำรวจ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ย	ค่าคะแนน
ลักษณะปรากฏ	8.17±0.32	ชอบมาก
สี	8.63±0.45	ชอบมาก
กลิ่น	8.38±0.87	ชอบมาก
รสชาติ	8.43±0.67	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	8.24±0.43	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	8.47±0.37	ชอบมาก

ตารางที่ 10 การตัดสินใจซื้อและเหตุผลในการซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กุ้งทอดซอสมะขาม

เหตุผลในการซื้อและไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		ร้อยละ
ซื้อ		100.00
เหตุผลเพราะ		
	อยากทดลองบริโภค	100.00
	มีความแปลกใหม่	96.00
	อร่อย	82.50
	มีคุณค่าทางโภชนาการ	100.00
	มีการลดปริมาณโซเดียมและน้ำตาล	92.50
	ชอบกลิ่นรสกุ้งทอดซอสมะขามแบบใหม่	44.50

ตารางที่ 11 ราคาขายผลิตภัณฑ์และรูปแบบภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ

รายการ	ร้อยละ
ราคาขายผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับ	
70 – 85 บาท / ซอง 75 กรัม	75.00
86 – 95 บาท / ซอง 75 กรัม	22.00
96 – 105 บาท / ซอง 75 กรัม	3.00
รูปแบบภาชนะบรรจุที่ผู้บริโภคยอมรับ	
กระปุกพลาสติกใสฝาตั้งปิดฉลากมองเห็นสินค้าภายใน	11.50
ซองพอยล์ทึบแสงพิมพ์ลายไม่เห็นสินค้าภายใน	56.00
กระปุกพลาสติกใสปิดฉลากมองเห็นสินค้าภายใน	32.50
ความเหมาะสมของรูปแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ	
เหมาะสม	100.00
ไม่เหมาะสม	0.00

อภิปรายผล

จากการศึกษาอุณหภูมิในการทอดกุ้งขาวในระบบสุญญากาศที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 90°C นาน 60 นาทีที่มีความชื้นร้อยละ 5.65 และปริมาณน้ำอิสระ 0.285 มีผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ กลไกที่สำคัญในการสร้างสภาวะสุญญากาศโดยการดูดอากาศออกจากหม้อทอดส่งผลให้ความดันเกจที่เกิดในหม้อทอดมีความดันต่ำกว่า 7-10 กิโลปาสกาล สภาวะดังกล่าวเรียกความดันสุญญากาศ สามารถช่วยลดจุดเดือดของน้ำมัน

ส่งผลให้สามารถทอดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 90°C และสามารถลดการเกิดออกซิเดชันเมื่อเทียบกับการทอดที่สภาวะบรรยากาศมากกว่า 10-12 เท่า จึงเลือกสภาวะการทอดดังกล่าวเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป การทอดจนเกิดสีน้ำตาลเข้มจะทำให้เกิดการก่อตัวของอะคริลาไมด์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยมีน้ำตาลรีดิซิง และ

กรดอะมิโนแอสปาราจีนเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญ (Stadler et al., 2002) ซึ่งทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพในระยะยาว เนื่องจากปริมาณกรดอะมิโนแอสปาราจีนอิสระในกุ้งและโปรตีนในเนื้อสัตว์และพืชหลายชนิด และในกุ้งก็มีน้ำตาลรีดิวซิง ดังนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และกรดอะมิโนแอสพาจึงเป็นตัวกำหนดระดับการเกิดอะคริลาไมด์ และการเกิดสีน้ำตาลเมลลาร์ดเมื่อนำไปทอด (Amrein et al., 2003)

ผลการคัดเลือกตำรับซอสมะขามที่ใช้ในการทำกุ้งทอดราดซอสมะขามตำรับที่ 3 ได้รับการยอมรับคะแนนการยอมรับสูงกว่าตำรับอื่น การลดปริมาณน้ำปลาทำให้โซเดียมลดลง และการลดน้ำตาลลงร่วมกับศึกษาระดับการเติมที่เหมาะสม พบว่า ซอสที่ลดปริมาณน้ำปลาลงร้อยละ 4 ร่วมกับการลดน้ำตาลลงร้อยละ 4 ได้รับการยอมรับสูงสุด เมื่อนำมาคลุกเคล้ากับกุ้งทอดอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก (กุ้ง 1,000 กรัม ต่อ น้ำซอส 1,000 กรัม) ได้รับการยอมรับสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจในการซื้อผลิตภัณฑ์เพราะอยากทดลองบริโภค ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ มีรสชาติอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการ มีการลดปริมาณโซเดียมและน้ำตาล ชอบกลิ่นรสของกุ้งทอดซอสมะขามแบบใหม่ ราคาที่ผู้บริโภคยอมรับอยู่ที่ 70 – 85 บาทต่อซองขนาดบรรจุ 75 กรัม รูปแบบภาชนะบรรจุที่ผู้บริโภคยอมรับคือซองฟอยล์ทึบแสงพิมพ์ลายไม่เห็นสินค้าภายใน และผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานสามารถเก็บรักษาได้ยาวนาน

สรุปผลการทดลอง

อุณหภูมิในการทอดกุ้งขาวในระบบสุญญากาศที่เหมาะสมกับการผลิตในเชิงพาณิชย์ คือ อุณหภูมิ 90°C ระยะเวลาในการทอด 60 นาที กุ้งทอดมีความชื้นร้อยละ 5.65±0.01 มีปริมาณน้ำอิสระ 0.285±0.002 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ 8.26±0.17 ด้านสี 8.67±0.25 ด้านกลิ่น 8.77±0.23 ด้านรสชาติ 8.67±0.20 ด้านเนื้อสัมผัส 8.89±0.22 และด้านความชอบโดยรวม 8.25±0.35 ผลิตภัณฑ์มีสีส้มสว่าง มีกลิ่นหอม มีความกรอบร่วน และกรอบเบา มีกลิ่นหอม ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ อุณหภูมิในการทอดส่งผลต่อความปลอดภัยและการยอมรับของผู้บริโภค การทอดในสภาวะดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ประกอบการบริหารจัดการวัตถุดิบและการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและของเสียจากกระบวนการผลิตลดลง กุ้งขนาดเล็กที่ตกเกรดสามารถนำมาแปรรูปและเก็บรักษาไว้สำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รสชาติต่างๆ ได้ เป็นการเพิ่มผลิตภาพทางการผลิตเชิงพาณิชย์

ตำรับของซอสมะขามที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือตำรับที่ 3 (น้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 44.66, น้ำมะขามเปียกร้อยละ 33.34, และน้ำปลาร้อยละ 20.00) ซึ่งมีปริมาณของน้ำมะขามเปียกสูงกว่าตำรับอื่น (ร้อยละ 33.34) น้ำปลาร้อยละ 20.00 และน้ำตาลมะพร้าว ร้อยละ 46.66 ได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ 7.26±0.17 ด้านสี 8.67±0.25 ด้านกลิ่น 8.77±0.23 ด้านรสชาติ 8.67±0.20 ด้านเนื้อสัมผัส 8.89±0.22 และด้านความชอบโดยรวม 8.65±0.35 และแตกต่างจากตำรับที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำตำรับที่ได้รับการคัดเลือกมาปรับลดปริมาณน้ำปลา และน้ำตาลลง พบว่าการลดน้ำปลาและน้ำตาลลงร้อยละ 4 (ลดน้ำตาล ร้อยละ 4 และลดน้ำปลา ร้อยละ 4) ได้รับการยอมรับสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ 8.46±0.18 ด้านสี 8.47±0.84 ด้านกลิ่น 8.42±0.42 ด้านรสชาติ 8.32±0.51 ด้านเนื้อสัมผัส 8.45±0.34 และด้านความชอบโดยรวม 8.65±0.18 และแตกต่างจากสูตรที่ลดน้ำปลาและน้ำตาลร้อยละ 2 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำซอสมะขามไปคลุกเคล้ากับกุ้งทอดในระดับที่เหมาะสมคืออัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก (กุ้งทอด 1,000 กรัม ต่อน้ำซอส 1,000 กรัม) ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ให้การยอมรับในระดับชอบมาก ด้านลักษณะปรากฏ 8.17 ± 0.32 ด้านสี 8.63 ± 0.45 ด้านกลิ่น 8.38 ± 0.87 ด้านรสชาติ 8.43 ± 0.67 ด้านเนื้อสัมผัส 8.24 ± 0.43 และด้านความชอบโดยรวม 8.47 ± 0.37 ผลิตภัณฑ์สามารถผลิตและจำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาทำอาหารไทยเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ในตำรับอื่นๆ เพื่อเป็นการเผยแพร่อาหารไทยให้เป็นที่รู้จักและสร้างมูลค่าโดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม

กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงความขอบคุณ สกสว.สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิตในการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย และบริษัทบุญชัยฟาร์ม 2020 ในการสนับสนุนวัตถุดิบสำหรับการวิจัย

References

- วันดี แก้วสุวรรณ. (2556). การใช้มะขามเปียกในส่วนผสมน้ำปรุงรสผัดไทยสำเร็จรูป. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. ปีที่ 32. ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2556. หน้า 55-62.
- ธัญญารณ ศิริเลิศ และ ญัฐริกา ศิลาฉาย. (2559). ผลของการลดปริมาณความชื้นก่อนทอดต่อปริมาณความชื้นค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของความชื้นและการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์เห็ดหอม (*Lentinusedodes*) ทอดแบบน้ำมันท่วม. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*. ปีที่ 11. ฉบับที่ 1 มกราคม – ธันวาคม 2559. หน้า 57-66.
- Amrein, T. M., Bachmann, S., Noti, A., Biedermann, M., Barbosa, M. F & Biedermann-Brem, S. (2003). Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 5556-5560.
- Da Silva, P. F., & Moreira, R. G. (2008). Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT - Food Science and Technology*, 41(10), 1758-1767.
- Dueik V., Moreno M.C & Bouchon P. (2012). Microstructural approach to understand oil absorption during vacuum and atmospheric frying. *Journal of Food Engineering*. 111(3), 528-536.
- Granda C., Moreira R.G. & Tichy E. (2004). Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of Food Science*. Vol 69. pp. 405-411.
- Mestdagh F., De Wilde T., Fraselle S., Govaert Y., Ooghe W., Degoodt J.-M., Verhé R., Van Peteghem C., & De Meulenaer B. (2008). Optimization of the blanching process to reduce acrylamide in fried potatoes. *LWT - Food Science and Technology*. 41, 648-1654.

- Stadler, R. H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J., & Guy, P. A. (2002). Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*. 419, 449-450.
- Shyu S.L. & Hwang L.S. 2001. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Research International*. 34(2), 133-142.
- Thai Taste Therapy. (2567). Thai taste therapy. <https://www.thaitastetherapy.com>
- TrueID. (2567). สูตรเด็ด วิธีทำ กุ้งทอดซอสมะขาม ซอสเปรี้ยวหวาน อร่อยลงตัว ฟินได้ทั้งบ้าน. TrueID Food. <https://food.trueid.net/detail/r9XvyVNwppVW>

คณะผู้เขียน/ผู้เขียน

ผศ.ดร.มนฤทัย ศรีทองเกิด

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

e-mail: Monruthai_sri@dusit.ac.th

นางประวีณา บุญมา

บก.บุญชัยฟาร์ม 2020 จ.สุพรรณบุรี

ผศ.พรทิว รัตนสัมพันธ์

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ผศ.บุญญาพร เชื้อสมพงษ์

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ผศ.ดร.อรอนงค์ ทองมี

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

อาจารย์บุษราคัม สีดาเหลือง

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ผศ.ทิพย์พิกา ธรฤทธิ์

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ผศ.เสาวพรรณ ปาละสุวรรณ

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต