

การดำเนินงานวิจัย

วัสดุอาหาร สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุอาหาร

แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราราวัว	(บริษัท ยูไนเต็คนฟลาวัวร์มิลล์ จำกัด)
แป้งข้าวโพด ตรามะแม็กกาเรต	(บริษัท บีเตอร์ริชแอนด์คัมปานี จำกัด)
แป้งข้าวเจ้า ตรามะม่	(บริษัท โรงเส้นหมี่ขอเอง จำกัด)
ผงฟู ตราเบลฟู้ด	(บริษัท ซีพีซี/อายิ (ประเทศไทย) จำกัด)
ไข่รวมผง ไข่แดงผง	(บริษัท ผลิตภัณฑ์ไข่ผงแปคร์วิ จำกัด)
นมผงพร้อมมันเนย	(โรงพยาบาลมิชชั่น)
เกลือป่น ตรารอนามัย	(บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด)
ผงชูรส ตราก้วยแดง	(บริษัท อายิโนะโมะไตะ (ประเทศไทย) จำกัด)
น้ำตาล	(บริษัท รวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด)
ซอสถั่วเหลือง ตราด็กสมบูรณ	(บริษัท หยั่นหว่าหยุ่น จำกัด)
พริกไทยป่น ตรากษตร	(บริษัท พัฒมาสเทอร์ส จำกัด)
น้ำมันถั่วเหลือง ตรารองุ่น	(บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด)
เกลือขนมปัง ตราฟาร์มเฮ้าส์	(บริษัท เพรสซิเดนท์ เบเกอร์ จำกัด)
ไข่ไก่สด	
กึ่งกลาดำขนาด 40-45 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม	(น้ำหนักรวมเปลือกเฉลี่ยตัวละ 25 กรัม)

2. สารเคมี

- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

Petroleum ether A.R.

- การหาค่า Thiobarbituric acid (TBA number)

2 - Thiobarbituric acid A.R.

Glacial acetic acid A.R.

Hydrochloric acid A.R.

- การเตรียมวัตถุดิบแช่แข็ง
Sodiumtripolyphosphate commercial grade
(บริษัท แสงสวัสดิ์เซลแอนเซอร์วิส จำกัด)
 - อาหารเลี้ยงเชื้อ
peptone
Plate count agar (Difco laboratories)
3. อุปกรณ์ในการเตรียม และวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์
- Multi-Plate-Freezer (Augusta supply Co.,Ltd.)
 - Brookfield Viscometer (Brookfield Engineering Laboratories
ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น RVT)
 - ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven, Sc 1086 Scientific
Instrument Development and Service
Center, Chulalongkorn University)
 - เครื่องผสมอาหาร (Kenwood, A907D)
 - เครื่องปั่นอาหารความเร็วสูง (Waring Blender, 328-L79)
 - เครื่องชั่งละเอียด (Sartorius, A200S)
 - เครื่องชั่งหยาบ (Sartorius, B3100S)
 - ชุดสกัดไขมัน (Gerhardt Soxtherm Automatic, S-166)
 - Autoclave (Tomy, SS-320)
 - Incubator (Mettler, B30)
 - Texturometer (Mainframe Standard, T2001)
 - UV-Visible Recording Spectrophotometer
(Shimadzu, UV-240 Graphicord)
 - เครื่องปิดผนึก (Multivac Type, AG500)
 - เครื่องบันทึกอุณหภูมิ และเวลา (Procos VII, Chino)
 - Heating mantle (P Selecta, 314.500)
 - กะทะไฟฟ้าก้นลึก (deep fat frying, Sun Beam, ARC)
4. ภาชนะบรรจุ
ถุง high density polyethylene (HDPE) ขนาด 17.8x25.3 ตาราง

เซนติเมตร หน้า 0.3×10^{-3} เซนติเมตร

อง EVAL film ขนาด 19.1x30.4 ตารางเซนติเมตร หน้า 0.7×10^{-3}

เซนติเมตร

ขั้นตอน และวิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการผลิตกุ้งแช่แข็งแบบสำเร็จรูป และกึ่งสำเร็จรูป ใช้วิธีของ Hale และ Goodwin (13) ซึ่งรายละเอียดสำหรับการศึกษาในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

3.1 คัดเลือกและเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้เป็นกุ้งกุลาดำขนาดน้ำหนัก 40-45 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม (น้ำหนักรวมเปลือกเฉลี่ยประมาณ 25 กรัมต่อ 1 ตัว) โดยคัดเลือกกุ้งที่มีขนาดสม่ำเสมอ ลักษณะลำตัวแข็งใส เปลือกเป็นมันวาว สีน้ำตาล ส่วนหัวติดกับลำตัวแน่น ตาใสและไม่มึนเหม็นคาว ในระหว่างขนส่งจากแหล่งซื้อมายังห้องปฏิบัติการต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นำมาล้าง แกะเปลือกส่วนลำตัว ตัดหัว ดึงเส้นทางเดินอาหารกลางหลังออก หลังจากนั้นทำลำตัวให้ตรงโดยขึงที่ห้องกุ้งระยะห่างช่วงละ 0.5 นิ้ว กดตัวกุ้งลงให้ราบติดกับภาชนะ ขีบเบา ๆ ที่สองข้างลำตัวกุ้ง เพื่อให้เอนขนาด กุ้งจะยึดตัวตรง แล้วนำไปหมักเครื่องปรุงรสตามสูตร (36) ต่อไปนี้

น้ำตาล	15 กรัม
เกลือ	3 กรัม
ซอสถั่วเหลือง	15 กรัม
พริกไทย	3 กรัม

โดยละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำเย็น 20 มิลลิลิตร หมักที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียสเพื่อรักษาความสดของวัตถุดิบ หมักนานหนึ่งชั่วโมงครึ่งถึงสองชั่วโมง และหมักกุ้ง 20 ตัวต่อน้ำปรุงรสหนัก 56 กรัม

3.2 คัดเลือกสูตรพื้นฐานสำหรับแช่ทอด

จากการศึกษาชนิดของแป้งที่ใช้ในการผลิตอาหารแช่ทอด เช่น ไข่ หมู และอาหารทะเล พบว่า แม้จะมีอยู่หลายสูตร แต่ก็มียอดประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกัน จึงคัดเลือกมา 3 สูตร (37, 38, 39) ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบ (%)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีเอนกประสงค์	79.38	48.95	78.0
แป้งข้าวโพด	-	36.80	-
เกลือ	1.10	1.84	2.5
ผงฟู	1.87	1.84	2.5
ไข่รวมผง	8.98	4.00	13.3
นมผงขาดมันเนย	6.62	2.75	-
ผงชูรส	2.05	-	-
น้ำตาล	-	3.82	3.7

ผลิตกึ่งซูปแป้งทอดจากแป้งซูปทอดทั้ง 3 สูตร โดยซูปกึ่งในแป้งซูปทอดเป็นเวลา 15 วินาที แล้วทอดที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีใช้ เป็นวิธีเตรียมผลิตภัณฑ์ก่อนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกครั้ง)

เลือกสูตรแป้งซูปทอดจากผลิตภัณฑ์คุณภาพดีที่สุด โดยการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ใช้วิธีทดสอบและการให้คะแนนแบบ hedonic scale สำหรับลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม และ scoring สำหรับลักษณะด้านความกรอบและกลิ่นหืน (ภาคผนวก ก) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ทดลอง 2 ครั้ง วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (40) และคำนวณราคาวัตถุดิบ (ภาคผนวก ข)

วางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design ร่วมกับ Duncan's New Multiple Range Test (41)

3.3 ศึกษาชนิดของไข่ที่จะใช้ช่วยให้แป้งทอดติดตัวกึ่ง

ผลิตกึ่งซูปขนมปังทอดแช่แข็งใช้แป้งซูปทอดสูตรที่ 3 ที่เลือกจากข้อ 3.2 โดยใช้ไข่ทั้งฟองสดแทนไข่ผงในอัตราส่วนไข่สด 60 กรัมต่อไข่รวมผง 13.3 กรัม (บริษัทผลิตภัณฑ์ไข่ผงแปดรีว) และใช้ไข่แดงแทนไข่ทั้งฟองทั้งกรณีสดและผง โดยคำนวณจากค่าความชื้นของไข่ไก่ทั้งฟองหรือไข่แดง เตรียมวัตถุดิบ และผลิตเช่นเดียวกับข้อ 3.1 และ 3.2

ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.2 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (40) ความชื้นในผลิตภัณฑ์ (42) และเปอร์เซ็นต์วัสดุซูปทอด (43)

วางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design ร่วมกับ Duncan's New Multiple Range Test (41) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.4 ศึกษานิตของเกลือขนมปังที่เหมาะสม

ศึกษานิตเกลือขนมปังที่เหมาะสมโดยใช้แป้งชุปทอดที่เลือกได้จากข้อ 3.2 และ 3.3 จากการศึกษาข้อมูลด้านการผลิต พบว่า มีการใช้เกลือขนมปังอยู่ 2 แบบ (37) คือ ใช้เกลือขนมปังปนเพียงอย่างเดียว และใช้ชนิดที่มีองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ แป้งสาลี เกลือ เกล็ดขนมปังป่น น้ำตาล ไข่รวมผง และผงชูรส ในการทดลองนี้จึงผลิตทั้งชุปแป้งโดยใช้แป้งสูตร 3 ที่เลือกได้จากข้อ 3.2 คลุกเกลือขนมปังตามสูตรด้านล่าง นำไปทอดและประเมินผลเช่นเดียวกับข้อ 3.2

องค์ประกอบ (%)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
เกลือขนมปังชนิดหยาบ	100	48.85
แป้งสาลีเอนกประสงค์	-	45.00
เกลือ	-	1.00
ไข่รวมผง	-	5.00
นมผงขาดมันเนย	-	2.50
ผงชูรส	-	0.65

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design และ Duncan's New Multiple Range Test (41) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5 ศึกษาผลการใช้แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า ทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีเอนกประสงค์ในแป้งชุปทอด

เนื่องจาก แป้งสาลีต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงทดลองทดแทนด้วยแป้งที่ผลิตในประเทศ 2 ชนิด คือ แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า โดยใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ 100%, แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75% แป้งข้าวโพด 25%, แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75% แป้งข้าวโพด 16% และแป้งข้าวเจ้า 9% นำสัดส่วนของแป้งเหล่านี้ไปใช้ในแป้งชุปทอดที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2 แปร

ปริมาณอัตราส่วนของปริมาณของแข็งต่อของเหลวในแป้งชุปทอดที่ 1:0.80, 1:1, 1:1.25 และ 1:1.5 วัดความหนืดด้วย Brookfield Viscosimeter และเปอร์เซ็นต์การเกาะติดของแป้ง ทั้งก่อน prefrying และหลัง prefrying (% pickup และ % coating) (ภาคผนวก ค) คัดเลือกอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลวที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้เตรียมแป้งชุปทอด และผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 3.2

ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.2 ปริมาณไขมัน (40) และค่าแรงต้านของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง texturometer

วางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design ร่วมกับ Duncan's New Multiple Range Test (41) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.6 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทอดผลิตภัณฑ์

ผลิตผลิตภัณฑ์จากภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 3.5 ทอดโดยแปรอุณหภูมิ และ เวลาที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ก่อนแช่แข็ง อุณหภูมิที่ใช้ทอดคือ 155, 165 และ 175 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ทอดคือ 0, 20, 40, 60 และ 90 วินาที

เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ การประเมินคุณภาพด้านสี โดยวิธีทางประสาทสัมผัสตามวิธีในข้อ 3.2 ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ (40)

วางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 3 x 5 และ Duncan's New Multiple Range Test (41) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.7 ศึกษาภาวะในการผลิต

จากภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 3.5 และ 3.6 นำมาศึกษาภาวะที่ดีที่สุดสำหรับ ขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตโดยศึกษาชนิดของกุ้ง และการลวกกุ้ง ชนิดของกุ้งที่นำมาผลิต คือ กุ้งสดและกุ้งที่ผ่านการแช่แข็ง โดยนำกุ้งมาปอกเปลือกและทำตัวให้ตรง จุ่มในสารละลาย sodium tripolyphosphate เข้มข้น 6% เป็นเวลา 15 วินาที แล้วนำไปแช่แข็งด้วย plate freezer จนอุณหภูมิจุดกึ่งกลาง -18 องศาเซลเซียส เก็บนาน 1 สัปดาห์ นำมาละลาย ที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียสก่อนนำไปผลิตต่อไป ส่วนการลวกกุ้งศึกษา 2 ภาวะ ได้แก่ ไม่ลวกและลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 วินาที นำไปผลิตโดยใช้วิธีและภาวะเช่นเดียวกับข้อ 3.5 และ 3.6 โดยศึกษาในผลิตภัณฑ์ 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทสำเร็จรูปซึ่งทอดก่อนการ

แข็งและกิ่งสำเร็จรูปซึ่งแข็งโดยไม่ผ่านการทอด

ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เพื่อเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ปริมาณไขมัน (40) ค่าแรงตัดขาด และปริมาณผลผลิต (คำนวณได้จากน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้ หาดด้วยน้ำหนักของวัสดุขบทอด และน้ำหนักกุ้งเริ่มต้น คูณด้วย 100)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 2^2 และ Duncan's New Multiple Range Test (41) ทดลอง 2 ซ้ำ

3.8 ศึกษาอายุการเก็บ

บรรจุกุ้งขบขนมปังแข็งทั้งแบบสำเร็จรูปและกิ่งสำเร็จรูปที่ผลิตจากวิธีที่สรุปได้จากข้อ 3.6 และ 3.7 ในถุง HDPE และ Eva1 film บรรจุถุงละ 10 ตัว (ประมาณ 180 กรัม) ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศโดยใช้เครื่องปิดผนึก Multivac ในการบรรจุได้กำจัดอากาศจากถุงจนถึงระดับความดันสุญญากาศ 0.8 bar จากนั้นเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ระหว่างเก็บสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (42) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (44) ค่า TBA (45) ค่าแรงตัดขาดและประเมินผลทางประสาทสัมผัสเป็นเวลา 4 เดือน

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 2×5 และ Duncan's New Multiple Range Test (41) ทดลอง 2 ซ้ำ