บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

3.1.1 เนื้อไก่ใช้ส่วนอก นำเนื้อไก่มาล้างทำความสะอาด หลังจากนั้นนำมาหั่นให้มีขนาด 5 x 3 x 1 เซนติเมตร ซึ่งแต่ละชิ้นมีน้ำหนัก 16 ± 1 กรัม

3.1.2 แป้งดัดแปร 3 ชนิด ได้แก่ Batter Bind S (corn stabilizer), Crispfilm (high amylose corn starch) และ Crispcoat 868 (tapioca corn conversion) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท National Starch and Chemical, ประเทศไทย

3.1.3 น้ำมันปาล์ม

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องทอดไฟฟ้า แบบจุ่ม	(Fritel, Belgium)
3.2.2 เครื่องผสมอาหาร	(Kenwood, Model HM 320, England)
3.2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	
- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 3 ตำแหน่ง	(AND, ModelGF-300, Japan)
- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง	(AND, Model HF-2000G, Japan)
- ตู้อบแบบลมร้อน	(Fisher scientific, Model 800, USA)
- เครื่องสกัดไขมัน	(Buchi, Model 810, Switzerland)
3.2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	
- เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส	(Stable micro system, Model TA- XT2i, England)
- เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab	(Hunter Lab, Ultrascan XE, USA)
- เครื่องวัดความหนืด Rapid Visco analyzer	(New report Scientific; RVA-4, Australia)
- เครื่องเหวี่ยงสาร	(HETTICH GMBH7CO&KG, Model ROTANTA, Germany)

3.3 สารเคมี

- เมทิลเซลลูโลส (methyl cellulose)	(Rama Chem, Thailand)
- ไดเอทิลอีเธอร์ (diethyl ether)	(Panreac, Spain)
- 95% เอทานอล (95% ethanol)	(Merck ,USA)

- โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) (Carlo Erba, France)
- ไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) (Baker, Thailand)
- ปิโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether) (Ajax chemicals, Fluka, USA)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมแป้งชุบทอด

เตรียมแป้งชุบทอดโดยนำแป้งสาลีอเนกประสงค์ 76.10 กรัม (76.10%), Batter Bind S 20 กรัม (20%), ผงปรุงรส 6 กรัม (6%) และ ผงฟู 0.9 กรัม (0.90%) มาผสมกัน จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้มาผสมกับน้ำเย็น ที่อัตราส่วนระหว่างส่วนผสมต่อน้ำเย็นเท่ากับ 1: 1.25 โดยใช้เครื่องผสมอาหาร จนได้ของผสมที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันซึ่งใช้เวลาประมาณ 5-8 นาที ในขณะผสมควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ $15 \pm 1^{\circ}C$ โดยใช้อ่างน้ำเย็น

3.4.2 การศึกษาหาชนิดของแป้งดัดแปรที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมัน

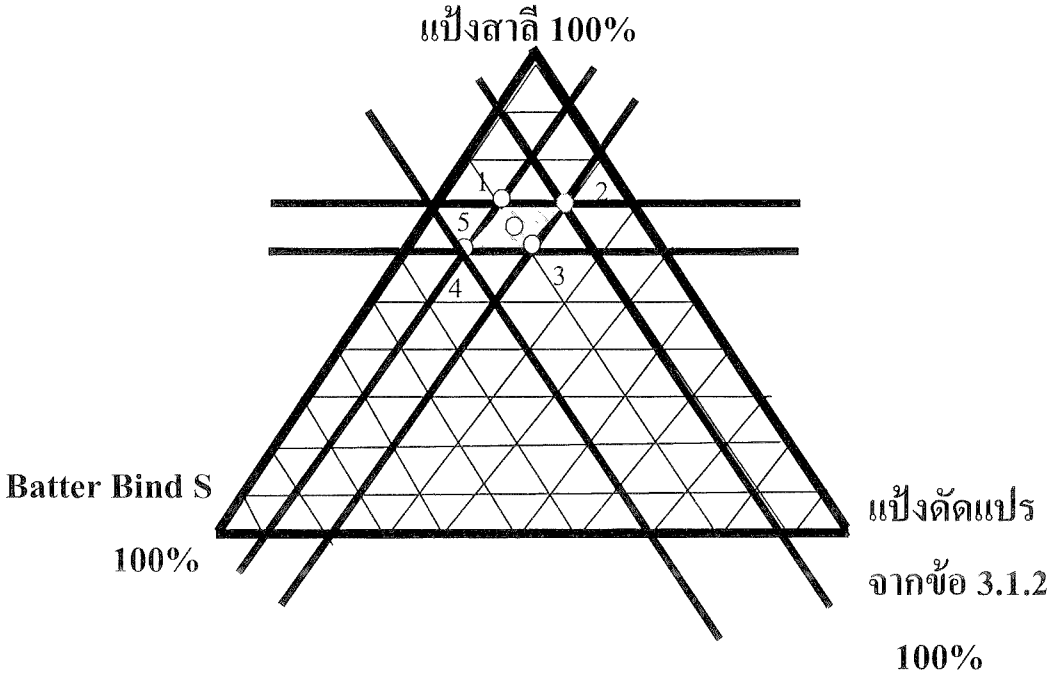
เตรียมส่วนผสมแป้งชุบทอดโดยใช้องค์ประกอบเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1 แต่ลดปริมาณแป้งสาลีอเนกประสงค์เหลือ 66.10 กรัม และเติมแป้งดัดแปรลงไปทดแทน 10 กรัม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทดลองใช้แป้งดัดแปร 2 ชนิด คือ Crispfilm และ Crispcoat 868 (ตารางที่ 3.1) หลังการผสมแบ่งแป้งชุบทอดเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางรีโอโลจีและปริมาณอะมิโลส สำหรับส่วนที่ 2 นำมาผสมกับน้ำเย็นและเตรียมตามวิธีข้อ 3.4.1 ภายหลังการเตรียมแป้งชุบทอดแล้วจะนำชิ้นตัวอย่างไก่ที่เตรียมจากข้อ 3.1.1 มา pre-dust ด้วย Batter Bind S เพื่อให้แป้งชุบทอดเกาะติดบนผลิตภัณฑ์ได้ดี จากนั้นนำมาจุ่มลงในแป้งชุบทอดแต่ละสูตรเป็นเวลา 10 วินาที แล้วจึงนำมาหาปริมาณการยึดเกาะของแป้งชุบทอดบนผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180 $^{\circ}C$ นาน 5 นาที นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น การดูดซับน้ำมัน สี ลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.4.3 การศึกษาหาอัตราส่วนของสูตรแป้งชุบทอดที่เหมาะสม

นำแป้งที่ได้จากข้อ 3.4.2 มาพัฒนาหาสูตรแป้งที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิค Mixture design ซึ่งในการทดลองนี้ได้กำหนดขอบเขตขององค์ประกอบที่ใช้โดยจะใช้แป้งสาลีในช่วง 60-70% เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของระบบแป้งชุบทอดซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของผลิตภัณฑ์ และใช้ Batter Bind S ในช่วง 10-30% เนื่องจากเป็นปริมาณแนะนำจากบริษัทที่ให้ความอนุเคราะห์แป้งดัดแปรที่ส่งผลต่อปริมาณการยึดเกาะและความคงตัวของแป้งชุบทอดที่เหมาะสม สำหรับแป้งดัดแปรที่ได้จากข้อ 3.4.2 จะทดลองใช้ในช่วง 10-20% เพื่อศึกษาหาสูตรที่สามารถลดการดูดซับน้ำมันได้ดีที่สุด ดังรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรแป้งชุบทอดที่ศึกษา

รายการ	สูตรที่1 (สูตรควบคุม)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีอเนกประสงค์(กรัม)	76.1	66.1	66.1
batter bind s (กรัม)	20.0	20.0	20.0
Crispfilm (กรัม)	-	10.0	-
Crispcoat 868 (กรัม)	-	-	10.0
เครื่องปรุงรส (กรัม)	6.0	6.0	6.0
ผงฟู (กรัม)	0.9	0.9	0.9
รวม (กรัม)	103	103	103



รูปที่ 3.1 การหาสัดส่วนปริมาณแป้งในสูตรแป้งชุบทอดโดยเทคนิค mixture design

จากการกำหนดขอบเขตขององค์ประกอบที่ใช้ จะทำให้สามารถกำหนดสัดส่วนของแป้งชุบทอดได้ 10 สูตร โดย 5 สูตรแรกเป็นสูตรที่แปรค่าสัดส่วน แป้งสาลี แป้ง Batter Bind S และแป้งดัดแปรที่เลือกจากข้อ 3.4.2 ส่วน 5 สูตรหลังจะมีการแปรค่าสัดส่วนแป้งเหมือน 5 สูตรแรก แต่เติมเมทิลเซลลูโลส 1% โดยน้ำหนักลงไป (ตารางที่ 3.2) นำตัวอย่างแป้งแต่ละสูตรมาเตรียมแป้งชุบทอดตามวิธีใน ข้อที่ 3.4.1 จากนั้นนำ

ตัวอย่างไก่ที่ผ่านการ pre-dust ด้วย Batter Bind S แล้วมาจุ่มในแป้งชุบทอดเป็นเวลา 10 วินาที นำตัวอย่างมาหาปริมาณการยึดเกาะของแป้งชุบทอดบนผลิตภัณฑ์อาหารก่อนนำไปทอดที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 5 นาที นำตัวอย่างที่ได้มาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัส

ตารางที่ 3.2 องค์ประกอบของแป้งที่ใช้เป็นแป้งชุบทอดทั้ง 10 สูตร

ส่วนผสม	แป้งสาลีอเนกประสงค์ (กรัม)	Batter Bind S (กรัม)	แป้งดัดแปรจากข้อ 3.1.2 (กรัม)	เครื่องปรุงรส (กรัม)	ผงฟู (กรัม)	เมทิลเซลลูโลส (กรัม)
สูตรที่ 1	70	20	10	6	0.9	-
สูตรที่ 2	70	10	20	6	0.9	-
สูตรที่ 3	60	20	20	6	0.9	-
สูตรที่ 4	60	30	10	6	0.9	-
สูตรที่ 5	65	20	15	6	0.9	-
สูตรที่ 6	70	20	10	6	0.9	1.07
สูตรที่ 7	70	10	20	6	0.9	1.07
สูตรที่ 8	60	20	20	6	0.9	1.07
สูตรที่ 9	60	30	10	6	0.9	1.07
สูตรที่ 10	65	20	15	6	0.9	1.07

3.4.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรีโอโลจีของแป้งชุบทอดต่อการดูดซับน้ำมัน

นำปริมาณอะมิโลส ความหนืด และการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์มาหาความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการสร้างสมการถดถอย (regression equation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของแป้งชุบทอดกับการดูดซับน้ำมัน

3.4.5 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

3.4.5.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

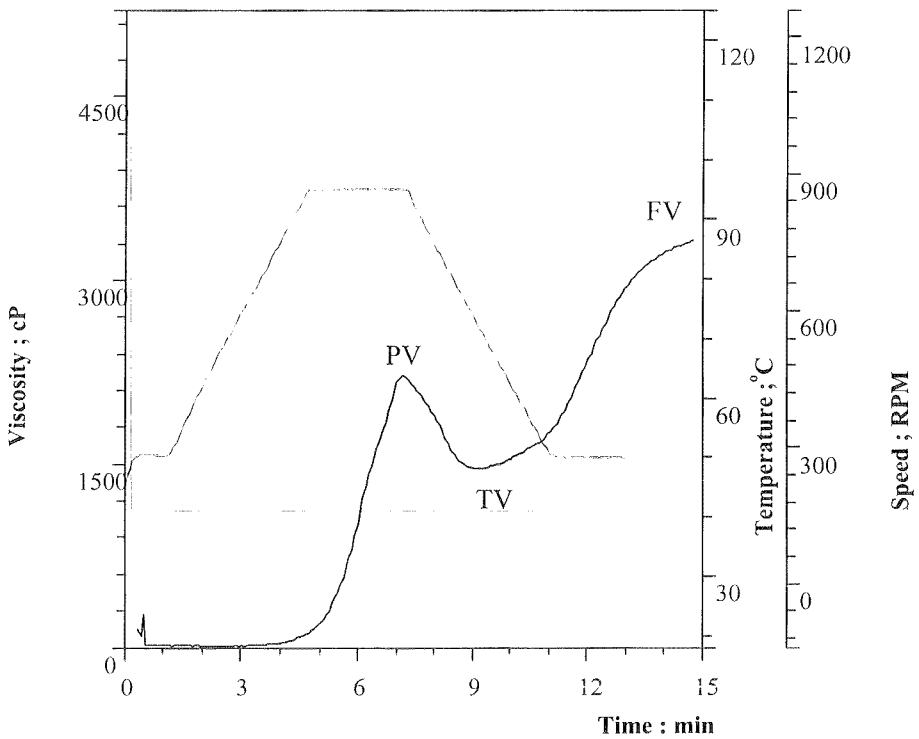
3.4.5.1.1 การหาปริมาณการยึดเกาะของแป้งชุบทอดบนผลิตภัณฑ์อาหาร (batter pick-up)

การหาปริมาณการยึดเกาะของแป้งชุบทอดบนผลิตภัณฑ์อาหารจะใช้วิธีของ Salvador, Sanz, และ Fiszman (2004) ซึ่งทำโดยชั่งน้ำหนักแป้งชุบทอดพร้อมบีกเกอร์ (บันทึกค่าทศนิยม 3 ตำแหน่ง) จากนั้นนำไก่ที่ผ่านการ pre-dust มาจุ่มแป้งชุบทอด แล้วจึงนำแป้งชุบทอดพร้อมบีกเกอร์มาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง นำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหา %การยึดเกาะของแป้งจากสมการที่ 3.1

$$\text{การยึดเกาะของแป้ง (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งชุบทอดที่หายไปจากบีกเกอร์ (กรัม) X 100}}{\text{น้ำหนักไก่ก่อนชุบแป้ง (กรัม)}} \qquad (3.1)$$

3.4.5.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางรีโอโลจีของแป้ง

นำตัวอย่างแป้งชุบทอด 3 กรัมมาผสมกับน้ำกลั่น 25 กรัมแล้วนำมาวิเคราะห์ความหนืดโดยใช้เครื่อง RVA ซึ่งตั้งค่าความเร็วของใบพัดที่ 160 รอบ/นาทีและตั้งโปรแกรมอุณหภูมิโดยเริ่มให้ความร้อนจาก 50 °C ไปถึง 95 °C ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 12.16 °C/นาที หลังจากคงอุณหภูมิไว้ที่ 95 °C เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที ก็จะลดอุณหภูมิกลับลงมาที่ 50°C ในอัตราการลดอุณหภูมิเท่ากับ12.16 °C/นาที และคงอุณหภูมิไว้ที่ 50 °C เป็นเวลา 2 นาที สำหรับลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่ออุณหภูมิและเวลาเปลี่ยนแปลงไปแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่ออุณหภูมิและเวลาเปลี่ยนแปลงไป

สำหรับค่าที่วัดได้จากเครื่อง RVA ได้แก่

- ค่า peak viscosity (PV) คือ ความหนืดสูงสุดเมื่อให้ความร้อนแก่แป้ง
- ค่า trough viscosity (TV) คือ ความหนืดต่ำสุดเมื่อให้ความร้อนแก่แป้ง
- ค่า final viscosity (FV) คือ ความหนืดสุดท้ายหลังลดอุณหภูมิ

- ค่า breakdown viscosity (BV) เกิดจากผลต่างระหว่าง PV และ TV โดยมีความหมาย คือ ความคงทนต่ออุณหภูมิของแป้งและความเหนียว

- ค่า setback from peak (SP) เกิดจากผลต่างระหว่าง FV และ PV โดยมีความหมาย คือ การเกิดเจลและความแข็งของแป้ง

- ค่า pasting temperature (PT) คือ อุณหภูมิที่แป้งเริ่มสุก

- ค่า peak time (Pt) คือ ระยะเวลาที่แป้งเริ่มสุก

3.4.5.1.3 การวิเคราะห์สี

นำไก่ชุบแป้งที่ผ่านการทอดแล้ววัดค่าสีโดยบันทึก ค่าความสว่าง (lightness; L^*) ค่าความเป็นสีแดง (redness; a^*) และ ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness; b^*)

3.4.5.1.4 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

นำตัวอย่างไก่ชุบแป้งที่ผ่านการทอดแล้วมาวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยใช้หัวทดสอบแบบใบมีด (blade set; BS)และใช้ HDP/90 เป็นฐานรอง ในการทดสอบจะติดตั้ง load cell ขนาด 25 กิโลกรัม และตั้งค่าความเร็วของใบมีดก่อนการทดสอบเท่ากับ 2 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วขณะทดสอบ เท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วินาที และความเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 20 มิลลิเมตร/วินาที บันทึกค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างในเทอมความแข็ง (hardness) ซึ่งได้จากค่าแรงสูงสุดในการกดใบมีดผ่านชั้นแป้งของตัวอย่างให้ขาดออกจากกัน และค่าความกรอบ (crispness) ซึ่งได้จากการนับจำนวนยอดพีค (peak) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการกดใบมีดผ่านชั้นแป้งของตัวอย่าง นอกจากนี้ยังสังเกตการเกาะติดของแป้งบนเนื้อไก่โดยวัดจากระยะทางระหว่างจุดสูงสุดที่เกิดจากการกดใบมีดผ่านชั้นแป้งกับจุดต่ำสุดที่เกิดขึ้นก่อนที่ใบมีดจะกดเนื้อไก่

3.4.5.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.4.5.2.1 การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 1995)

แยกแป้งชุบทอดออกจากเนื้อไก่ จากนั้นนำแป้งทอดตัวอย่างมา 2 กรัม (บันทึกค่าทศนิยม 4 ตำแหน่ง) บรรจุลงในภาชนะสำหรับหาความชื้นที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่และทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำเข้าอบในตู้อบไฟฟ้าแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 1 °C ประมาณ 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) จากนั้นนำมาชั่งและบันทึกน้ำหนัก ก่อนนำไปอบต่ออีก 30 นาที ทำจนได้ค่าน้ำหนักคงที่แล้วจึงนำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสมการที่ 3.2
และนำปริมาณความชื้นที่ได้คำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำจากสมการที่ 3.3

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งทอดก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักแป้งทอดหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแป้งทอดหลังอบ (กรัม)}} \times 100 \qquad (3.2)$$

$$\text{ความชื้นที่สูญเสีย (\%)} = \frac{\text{ปริมาณความชื้นแป้งดิบ (กรัม)} - \text{ปริมาณความชื้นแป้งทอด (กรัม)}}{\text{ปริมาณความชื้นแป้งดิบ (กรัม)}} \times 100 \qquad (3.3)$$

24876

3.4.5.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน (total oil content)

นำแป้งชุบทอดที่แยกออกมาจากเนื้อไก่มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันโดยใช้เครื่องสกัดไขมัน โดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์เป็นตัวทำละลาย ทำการสกัดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปกำจัดตัวทำละลายโดยนำไประเหยในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85±2 °C และคำนวณปริมาณน้ำมันทั้งหมดจากสมการที่ 3.4 (AACC, 1986)

$$\text{ปริมาณน้ำมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์ที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแป้งทอด (กรัม)}} \times 100 \qquad (3.4)$$

3.4.5.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลส

ในการทดลองนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลสตามวิธีของ Juliano (1971) ซึ่งทำโดยนำตัวอย่างแป้ง 0.1 กรัม มาเติมเอธานอลและโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ในปริมาณ 1 มิลลิลิตรและ 9 มิลลิลิตรตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 ± 2 °Cเป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงนำมาปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำสารละลายข้างต้น 5 มิลลิลิตร มาเติมกรดอะซิติก 1 โมลาร์ ปริมาณ 1 มิลลิลิตรและสารละลายไอโอดีนปริมาณ 2 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาทีแล้วจึงนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยปริมาณอะมิโลสในตัวอย่างจะหาได้จากกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวกที่ ก.1)

3.4.5.2.4 การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water retention capacity; %)

การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำใช้วิธีของ Salvador, Sanz, และ Fiszman, (2002) ซึ่งทำโดยชั่งน้ำหนักแป้งชุบทอดพร้อมหลอดเซนตริฟิวจ์ 30 กรัม (บันทึกค่าทศนิยม 3 ตำแหน่ง) จากนั้นนำมาปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยงสาร ที่อุณหภูมิ 15°C ความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำเฉพาะส่วนตะกอนมาชั่งน้ำหนัก คำนวณค่าความสามารถในอุ้มน้ำ (WRC %) จากสมการที่ 3.5

$$\text{WRC (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนปั่น(กรัม)-น้ำหนักตัวอย่างหลังปั่น(กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนปั่น(กรัม)}} \times 100 \qquad (3.5)$$

3.4.5.3 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ผ่านการแนะนำจำนวน 12 คน สำหรับขั้นตอนการหาชนิดของแป้งดัดแปรที่เหมาะสมในการลดการดูดซับน้ำมัน จะใช้การทดสอบชนิด 9 - scale hedonic test (9 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ดังภาคผนวก ข.1 เพื่อหาผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ส่วนของการศึกษาหาสูตรแป้งที่มีประสิทธิภาพในการลดการดูดซับน้ำมันที่ดีที่สุดนั้นเลือกใช้ Scoring test โดย

คุณลักษณะที่ใช้ในการประเมินคือ สี (5 = สีเหลืองทองและ 1 = สีน้ำตาลไหม้) กลิ่นรส (5 = มีกลิ่นไก่ชุบแป้งทอดและไม่มีกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น กลิ่นหืน เหม็นเปรี้ยว และ 1 = มีกลิ่นเหม็นเน่าผิดปกติ) รสชาติ (5 = รับรู้ได้ถึงรสชาติของไก่ชุบแป้งทอด ไม่อมน้ำมัน และไม่มีรสชาติอื่นที่ไม่ต้องการ เช่น รสเปรี้ยว รสขม และ 1 =มีรสชาติอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น รสเปรี้ยว รสขม) เนื้อสัมผัส (5 = กรอบมาก ไม่เหนียว และไม่แข็งกระด้าง และ 1 = กรอบเล็กน้อย เหนียวมาก และ แข็งกระด้าง) ดังแสดงในภาคผนวก ข.2

3.4.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองนี้ได้ดำเนินการทดลอง 3 ซ้ำและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จะถูกวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%