ผลของการใช้แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์หมูบดทอดและคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอด

Effect of Replacing Pork with Defatted Rice Bran Flour for Deep Fried Minced Pork and Qualities of the Used Frying Oil

ประวิทย์ สันติวัฒนา และธิดา สิริสุขพรชัย*

บริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด ถนนพระรามที่ 4 แขวงคลองตัน เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 11110

Pravit Santiwattana and Tida Sirisukpornchai*

Thai Edible Oil Co., Ltd., Rama 4 road, Khlong Tan, Khlong Toei, Bangkok 11110

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันเป็นสารทดแทนเนื้อหมูบดในผลิตภัณฑ์หมูบดทอดแบบน้ำมันท่วม โดยการวิจัยนี้ทดสอบผลิตหมูปั้นทอดแบบน้ำมันท่วมทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ (1) สูตรปกติ (สูตรควบคุม) (2) สูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % (3) สูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % ผสมแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % และ (4) สูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % พบว่าหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูบดด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันปริมาณ 5 % ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพพบว่าหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูบดด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันปริมาณ 5 % มีปริมาณผลผลิตของชิ้นหมูหลังทอดสูงกว่าสูตรควบคุม 9.6 % มีปริมาณความชื้นของชิ้นหมูหลังทอดสูงกว่าสูตรควบคุม 4.5 % และปริมาณน้ำมันที่ดูดซับในชิ้นหมูบดทอดลดลง 2.15 % เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูบดด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน มีค่าเปอร์ออกไซด์และสารประกอบโพลาร์เพิ่มขึ้นช้ากว่าน้ำมันรำข้าวที่ใช้ทอดหมูสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน; หมูบดทอด; สารทดแทนเนื้อหมู; น้ำมันรำข้าว

Abstract

This research aims to study the feasibility of using defatted rice bran flour as a meat replacer in deep fried minced pork ball. The experiment had 4 formula; the controlled formula, 5 % pea protein as meat replacer in formula, combination of 2.5 % pea protein and 2.5 % defatted

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** tida.sir@kingriceoilgroup.com

rice bran flour in the formula, and using 5 % of defatted rice bran flour to replace pea protein formula. It was found that the formula that used 5 % defatted rice bran flour had the highest sensory acceptance than other formula. Analysis of chemical and physical properties showed that deep fried minced pork ball that uses 5 % defatted rice bran flour as meat replacer had higher yield of minced pork than control at 9.6 %. It was also found that formula of 5 % defatted rice bran flour as meat replacer had increased moisture of 4.5 %, and reduced oil absorption in the deep fried minced pork ball at 2.15 % when compared to the controlled formula. Finally, it was also found that the oil used for check whether it is correct frying the formula with 5 % defatted rice bran flour as meat replacer shown significantly slower in peroxide value and polar compound than the controlled formula.

Keywords: defatted rice bran flour; deep fried minced pork; pork substitute; rice bran oil

1. บทนำ

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งโปรตีน เนื้อสัตว์ประกอบด้วยน้ำ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน เนื้อหมูและเนื้อวัวมีน้ำ 45-70 % โปรตีน 13-20 % ไขมัน 10-40 % และคาร์โบไฮเดรทไม่เกิน 1 % สำหรับเนื้อสัตว์ปีก เช่น เนื้อไก่ ประกอบด้วยน้ำ 74 % โปรตีน 19 % ไขมัน 5 % [1] ซึ่งปริมาณที่แตกต่างกันขององค์ประกอบเหล่านี้ขึ้นกับปัจจัย เช่น ชนิดและพันธุ์สัตว์ อายุ เพศ ที่มาของกล้ามเนื้อแต่ละส่วน อาหารที่สัตว์กิน องค์ประกอบทางกายภาพและประสาทสัมผัส ประกอบด้วยสี ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความแน่นเนื้อ การกระจายตัวของไขมัน ความชุ่มน้ำ ความนุ่มเหนียว กลิ่นและรสชาติ [2]

ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ วัตถุดิบที่มักใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพและควบคุมต้นทุนของผลิตภัณฑ์ โดยที่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ วัตถุดิบจากพืช โดยนิยมใช้เป็นสารช่วยในการยึดเกาะ (binder) สารเพิ่มปริมาณ (filler) สารทดแทนไขมัน (fat replacer) และเป็นแหล่งของใยอาหาร [3]

การลดไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการ การบริโภคไขมันจากเนื้อสัตว์ที่มากเกิน รวมทั้งกรดไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล และกรดไขมันทรานส์ นำมาสู่การเกิดโรคเบาหวานและมะเร็งในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว [4,5] แต่ไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารเกี่ยวข้องกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น รส ความรู้สึกระหว่างอยู่ในปาก ความรู้สึกฉ่ำ เนื้อสัมผัส [6] เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ ผู้บริโภคจะคำนึงถึงรสชาติของอาหารเป็นหลัก นอกจากนี้ความปลอดภัยของอาหาร กฎหมาย และราคา เป็นประเด็นที่ต้องคำนึงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดไขมัน [7]

แป้งมีสมบัติการจับตัวกับน้ำ (water-binding) [8] ดังนั้นการผสมให้เข้ากันระหว่างแป้งกับเนื้อสัตว์ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงจะมีประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ [9] มีการใช้แป้งจากหลายแหล่งเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ ได้แก่ แป้งมันฝรั่ง ซึ่งแป้งมันฝรั่งมีองค์ประกอบของแป้ง (starch) 65-80 % โปรตีน 0.1 % ฟอสฟอรัส 0.08 % ของหัวมันฝรั่ง [10]

Rehab Ali และคณะ [9] ศึกษาการใช้มันฝรั่ง

แผ่น (potato flake) ที่มีความชื้น 7 % มาทดแทนเนื้อวัวในสูตรแพตตี้วัวไขมันต่ำ โดยระดับการทดแทนไขมันวัวด้วยมันฝรั่งแผ่น 4 ระดับ คือ 25, 50, 75 และ 100 % พบว่าที่ทุกระดับการทดแทนแพตตี้วัวก่อนทอดและหลังทอดมีปริมาณความชื้นสูงกว่าสูตรควบคุม (control) และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

มีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาการใช้แป้งและไฮโดรคอลลอยด์จากหลาย ๆ แหล่งเป็นสารทดแทนเนื้อสัตว์และไขมันในเนื้อสัตว์ และผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งสัตว์ปีกและสัตว์เนื้อแดงเพื่อลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เหล่านั้น ตัวอย่างของสารที่ใช้ทดแทน เช่น คาราจีแนน เซลลูโลส กัม แป้งบุก (konjac) กัวร์กัม แซนแทนกัม [8,11-18]

แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ประกอบด้วยแป้ง (starch) 30.70 % ใยอาหาร (dietary fiber) 30.32 % โปรตีน 19.30 % น้ำตาล 3.20 % ไขมัน 1.40 % ความชื้น 3.30 % เถ้า 11.00 % นอกจากนี้อุดมด้วยโปรตีน วิตามินบี 1 (ไทอามิน) 1.75 มก./100 ก. และวิตามินบี 3 (ไนอาซิน) 45.64 มก./100ก. และให้พลังงาน 350 กิโลแคลอรี แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน จัดอยู่ในอาหารกลุ่มที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (low GI) ประมาณ 44-48 ปราศจากกลูเตน (gluten free) และปลอดจากการดัดแปลงทางพันธุกรรม (non-GMO) แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ผลิตจากวัตถุดิบรำข้าวสกัดน้ำมันซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันรำข้าว แต่เดิมรำข้าวสกัดน้ำมันที่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่เมื่อมีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับบริโภค โดยผลิตเป็นแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน มีมูลค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับราคาที่ขายในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

งานวิจัยนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันเป็นสารทดแทนเนื้อสัตว์ (meat replacer) ซึ่งจากองค์ประกอบของแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ที่กล่าวมาจะเห็นว่าแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันมีส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายกับสารทดแทนเนื้อสัตว์ทั้งส่วนที่เป็นไขมันและเนื้อแดง เช่น คาร์โบไฮเดรต แป้งและใยอาหาร รวมทั้งโปรตีน ดังนั้นหากนำแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ซึ่งถือว่าเป็นอาหารที่ไม่ก่อให้เกิดการแพ้มาใช้เป็นสารทดแทนเนื้อหมูในสูตรหมูปั้นทอดจะเป็นการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์หมูปั้นทอด การวิจัยนี้จึงทดสอบทดแทนส่วนของหมูบดในผลิตภัณฑ์หมูบดทอดแบบน้ำมันท่วม (deep fried minced pork) เพื่อดูคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และคุณภาพของน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอด

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 เนื้อหมูบดสำเร็จรูป (ซื้อจากห้างสรรพสินค้า เดือนมิถุนายน 2558)

2.1.2 น้ำมันรำข้าวผ่านกรรมวิธีโอรีซานอล 2500 ppm ยี่ห้อคิง (บริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด) ซึ่งมีมาตรฐานตาม มอก. 44-2516 เรื่องน้ำมันรำสำหรับบริโภค วันที่ผลิต (MFG): 070614

2.1.3 เกลือ

2.1.4 น้ำสะอาด

2.1.5 แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ขนาด 60 mesh (สารทดแทนเนื้อหมูที่ต้องการทดสอบ)

2.1.6 โปรตีนถั่วลันเตา (สารทดแทนเนื้อสัตว์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร)

2.1.7 หม้อทอดขนาด 3 ลิตร

2.2 วิธีการ

2.2.1 นำส่วนผสมต่าง ๆ มาผสมกัน 4 สูตร

ที่มีสารทดแทนเนื้อหมูบด 0 และ 5 % โดยน้ำหนัก ซึ่งใช้สารทดแทนเนื้อหมู 2 ชนิด สูตร 1 เป็นสูตรควบคุม (ไม่มีสารทดแทนเนื้อหมู) สูตร 2 ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % สูตร 3 ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % และสูตร 4 ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % (ตารางที่ 1)

2.2.2 นำส่วนผสมทั้งหมดบดรวมให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำมาปั้นชิ้น ชิ้นละ 10 กรัม

2.2.3 นำไปทอดแบบน้ำมันท่วมด้วยน้ำมันรำข้าวที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

2.2.4 นำหมูบดทอดไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณผลผลิต (cooking yield) โดยใช้วิธีของ Rehab Ali และคณะ [9] คือ (น้ำหนักชิ้นหมูเฉลี่ยหลังทอด - น้ำหนักชิ้นหมูเฉลี่ยก่อนทอด) x 100 รวมทั้งหาปริมาณน้ำมันและไขมันในชิ้นหมูบดหลังทอด และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูบดทอดด้วยวิธี 5-point hedonic scale ระดับคะแนนตั้งแต่ไม่ชอบถึงชอบมาก

2.2.5 สำหรับน้ำมันทอดเก็บตัวอย่างวัดค่าสี ค่าเปอร์ออกไซด์ และสารประกอบโพลาร์ เพื่อดูการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันทอด

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในสูตรหมูบด

วัตถุดิบ	ปริมาณ (%)			
	สูตร 1 (ควบคุม)	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
1. โปรตีนถั่วลันเตา (สารทดแทนเนื้อสัตว์)	-	5.00	2.50	-
2. แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน (สารทดแทนเนื้อสัตว์)	-	-	2.50	5.00
3. เนื้อหมูบด	99.50	90.50	90.50	90.50
4. น้ำ*	-	4.00	4.00	4.00
5. เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50
น้ำหนักรวม (กรัม)	100.00	100.00	100.00	100.00

*น้ำ : สารทดแทนเนื้อสัตว์ = 0.8 : 1.0 โดยน้ำหนัก

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะปรากฏของหมูบดหลังผสมและปั้นชิ้นละ 10 กรัม พบว่าหมูบดสูตร 2 (รูปที่ 1B) ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตามีสีไม่แตกต่างจากสูตร 1 (ควบคุม) (รูปที่ 1A) แต่หมูบดสูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตาและแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน (รูปที่ 1C) และสูตร 4 ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน (รูปที่ 1D) มีสีค่อนข้างเข้มเมื่อเทียบกับสูตร 1 (ควบคุม) (รูปที่ 1A)

เมื่อนำหมูบดก่อนทอดมาวิเคราะห์ความชื้นและปริมาณน้ำมันและไขมัน พบว่าความชื้นเริ่มต้นของหมูบดก่อนทอดทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หมูบดสูตร 1 (ควบคุม) ก่อนทอดมีปริมาณน้ำมันและไขมันสูงกว่าหมูบดก่อนทอดสูตรที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ทุกสูตร โดยสูตรที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์มีปริมาณน้ำมันและไขมันในหมูบดก่อนทอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องมาจากโดยทั่วไปเนื้อ

A B C D

รูปที่ 1 ลักษณะปรากฏของหมูบดก่อนทอด สูตร 1 (ควบคุม) (A) สูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % (B) สูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % (C) และสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % (D)

ตารางที่ 2 ผลของการทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ต่อคุณภาพทางเคมีของหมูบดก่อนทอดและหมูบดหลังทอด

สมบัติ	สูตรหมูบด			
	สูตร 1 (ควบคุม)	สูตร 2 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 %)	สูตร 3 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 %)	สูตร 4 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 %)
หมูบด (ก่อนทอด)				
ความชื้น (% wb)	60.46^{a} ±0.29	59.38^{a} ±0.22	60.96^{a} ±0.11	59.92^{a} ±0.03
น้ำมันและไขมัน (% wb)	28.55^{a} ±0.16	25.59^{b} ±0.10	27.40^{b} ±0.27	26.82^{b} ±0.30
หมูบด (หลังทอด)				
ปริมาณผลผลิต (%)	57.90^{c} ±0.32	62.30^{b} ±0.32	66.80^{a} ±0.08	67.50^{a} ±0.01
ความชื้น (% wb)	40.86^{c} ±0.22	44.46^{b} ±0.33	44.88^{b} ±0.18	45.36^{a} ±0.27
น้ำมันและไขมัน (% wb)	31.76^{a} ±0.92	28.49^{b} ±0.27	29.86^{b} ±0.43	29.61^{b} ±0.25

^{a,b,c}ตัวอักษรที่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ย (n = 2) ในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมูมีองค์ประกอบของไขมัน 10-40 % [1]

เมื่อคำนวณปริมาณผลผลิต (cooking yield) ทั้ง 4 สูตร โดยผลวิเคราะห์ปริมาณความชื้น น้ำมันและไขมันของหมูบดหลังทอด (ตารางที่ 2) พบว่าหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ทุกสูตรมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % มีปริมาณผลผลิต 67.50 % สูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % มีปริมาณผลผลิต 66.80 % และสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % มีปริมาณผลผลิต 62.30 % ส่วนสูตร 1 (ควบคุม) มีปริมาณผลผลิต 57.90 % ซึ่งประเมินได้ว่าหากทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 4.40 % และหากทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 %

สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 9.60 % โดยน้ำหนักตัวอย่างที่หายไป (cooking loss) เกิดจากส่วนที่เป็นของเหลว (fluid) ถูกขับออกมาในน้ำมันทอดระหว่างการปรุงอาหาร ทั้งนี้พบว่าน้ำหนักของเนื้อสัตว์หายไป 20-40 % [20] ซึ่งมีผลมาจากอุณหภูมิที่ใช้ โครงสร้างเนื้อสัตว์ที่มีผลต่อการหดตัว

Omojola และคณะ [21] พบว่าหลังทอดแบบน้ำมันท่วมแล้วน้ำหนักชิ้นเนื้อหายไป 52.37 % ซึ่งการวิจัยครั้งนี้หมูบดทอดสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % มีน้ำหนักหลังทอดหายไปน้อยที่สุด (32.50 %) ส่วนผลวิเคราะห์ความชื้นพบว่าหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ทุกสูตรมีความชื้นสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % มีความชื้นสูงกว่าสูตร 1 (ควบคุม) (4.5 %) รองลงมาเป็นหมูบดทอดสูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าว 2.5 % และหมูบดทอดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % สำหรับปริมาณน้ำมันและไขมันในหมูบดทอดนั้น พบว่าหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ทุกสูตรมีปริมาณน้ำมันและไขมันในชิ้นหมูบดทอดน้อยกว่าสูตรควบคุม โดยหมูบดทอดสูตร 2 ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % มีปริมาณน้ำมันและไขมันน้อยกว่าหมูบดทอดสูตร 1 (ควบคุม) 3.27 % รองลงมาเป็นหมูบดทอดสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าว 5 % ซึ่งมีปริมาณน้ำมันและไขมันน้อยกว่าหมูบดทอดสูตร 1 (ควบคุม) 2.15 % และหมูบดทอดสูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 %

ลักษณะปรากฏของหมูบดทอดทั้ง 4 สูตร (รูปที่ 2) พบว่าหมูทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ทั้งสูตร 3 และ 4 (รูปที่ 2C และ 2D) มีสีเข้มกว่าหมูบดสูตร 1 (ควบคุม) (รูปที่ 2A) เล็กน้อย สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 20 คน ให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (ไม่ชอบถึงชอบมาก) (ตารางที่ 3) พบว่าหมูบดสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % ซึ่งได้คะแนนความชอบรวมสูงสุด คือ 4.70 รองลงมาเป็นหมูทอดสูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % และหมูทอดสูตร 1 (ควบคุม) โดยได้คะแนนความชอบรวมเท่ากัน (3.25) สำหรับหมูทอดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % ได้คะแนนความชอบน้อยที่สุด คือ 2.5 ซึ่งอยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงไม่ชอบเล็กน้อย เมื่อดูคะแนนความชอบด้านอื่น ได้แก่ สี รสชาติ ความนุ่ม (เนื้อสัมผัส) และความฉ่ำ พบว่าหมูทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % ได้คะแนนการยอมรับสูงสุดโดยแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันมีองค์ประกอบของโปรตีน และ/หรือ ใยอาหารที่แตกต่างจากเนื้อเยื่อสัตว์และอาจคล้ายคลึงกับสารที่ใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งเมื่อนำไปทดแทนไขมันในเนื้อหมูทำให้เนื้อหมูมีไขมันลดลง ขณะทอดนั้นการระเหยของน้ำกลายเป็นไอน้ำจะเกิดขึ้นได้เร็ว รวมทั้งองค์ประกอบของแป้งในแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน โดยขณะทอดจะเกิดปฏิกิริยาเจลาติไนซ์เซชัน จึงเกิดเป็นเปลือกแข็ง (crust) ที่ผิวนอกของชิ้นอาหาร ทำให้น้ำภายในชิ้นอาหารถูกปิดกั้นและระเหยออกมาได้ช้าลง จึงช่วยรักษาความชื้นภายในชิ้นอาหารไว้และส่งผลให้การซึมผ่านของน้ำมันและไขมันเข้าไปในชิ้นอาหารได้น้อยลง ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณน้ำมันและไขมันที่น้อยกว่าของหมูทอดสูตรที่เติมสารทดแทนเนื้อสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม นอกจากนั้นคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งและใยอาหาร ซึ่งเป็นองค์ประกอบในสารทดแทน

เนื้อสัตว์เหล่านี้มีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ภายในได้ดีกว่าพวกไขมัน [22] จึงทำให้การทดแทนเนื้อสัตว์บางส่วนด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์เหล่านี้มีข้อดี คือ อาหารทอดมีความฉ่ำเนื่องจากน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ภายในชิ้นอาหารได้ดีกว่าสูตรที่เป็นเนื้อสัตว์ล้วนที่มีไขมันแทรกอยู่ 10-40 % [10] สำหรับหมูสับทอดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % ได้คะแนนเนื้อสัมผัสน้อย (2.85) อาจเนื่องมาจากการวิจัยนี้ใช้โปรตีนถั่วลันเตาทดแทนเนื้อหมูในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้เนื้อสัมผัสของหมูทอดสูตร 2 นี้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวเกินไป เนื่องจากโปรตีนถั่วลันเตามีปริมาณโปรตีนสูง รวมทั้งกลิ่นของโปรตีนถั่วลันเตาค่อนข้างแรง ซึ่งเป็นกลิ่นของถั่วลันเตาและไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้ทดสอบ จะเห็นได้จากหมูบดทอดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % ได้คะแนนด้านกลิ่นเพียง 2.65 สำหรับด้านสีพบว่าหมูทอดสูตร 2 นี้ ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด เนื่องจากมีความเข้มของสีแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันเล็กน้อย ทำให้ดูน่ารับประทานเมื่อเปรียบเทียบกับหมูทอดสูตรควบคุม

A B C D

รูปที่ 2 ลักษณะปรากฏของหมูบดหลังทอด สูตร 1 (ควบคุม) (A) สูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % (B) สูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % (C) และสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % (D)

ตารางที่ 3 ผลการทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูบดหลังทอด

สูตรหมูบดหลังทอด	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความฉ่ำน้ำ	การยอมรับโดยรวม
สูตร 1 (ควบคุม)	3.50 ^{b} ±0.89	3.20 ^{b} ±1.11	3.30 ^{b} ±0.75	3.55 ^{b} ±0.58	3.25 ^{b} ±0.62
สูตร 2 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 %)	3.50 ^{b} ±0.58	2.65 ^{b} ±1.19	2.85 ^{b} ±0.98	3.40 ^{b} ±0.57	2.50 ^{c} ±0.79
สูตร 3 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 %)	3.45 ^{b} ±0.68	3.25 ^{b} ±1.04	3.25 ^{b} ±0.93	3.35 ^{b} ±0.87	3.25 ^{b} ±1.04
สูตร 4 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 %)	4.80 ^{a} ±0.17	4.65 ^{a} ±0.24	4.50 ^{a} ±0.26	4.50 ^{a} ±0.58	4.70 ^{a} ±0.22

^{a,b}ตัวอักษรที่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ย (n = 20) ในแต่ละแถวแนวตั้ง มีความแตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4 ผลการทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ต่อคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดหมูบดหลังทอด

สมบัติ	สูตรหมูบด			
	สูตร 1 (ควบคุม)	สูตร 2 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 %)	สูตร 3 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 %)	สูตร 4 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 %)
น้ำมันใหม่ (ก่อนทอด)				
ค่าสี 1" (Y+5R)*	6.10^{a}±0.00	6.10^{a}±0.00	6.10^{a}±0.00	6.10^{a}±0.00
ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq O_2/g oil)	0.85^{a}±0.00	0.85^{a}±0.00	0.85^{a}±0.00	0.85^{a}±0.00
สารประกอบโพล่าร์ (%)	12.0^{a}±0.00	12.0^{a}±0.00	12.0^{a}±0.00	12.0^{a}±0.00
น้ำมันใช้แล้ว (หลังทอด)				
ค่าสี 1" (Y+5R)*	14.85^{a}±0.89	12.7^{b}±0.89	12.6^{b}±0.89	12.4^{b}±0.89
ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq O_2/kg oil)	7.33^{a}±0.89	2.10^{c}±0.89	3.14^{b}±0.89	3.57^{b}±0.89
สารประกอบโพลาร์ (%)	14.75^{a}±0.13	12.25^{b}±0.13	13.50^{C}±0.13	12.75^{b}±0.13

^{a,b,c}ตัวอักษรที่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ย (n = 2) ในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

*มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 44-2516

ผลการทดสอบด้านคุณภาพน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอด (ตารางที่ 4) พบว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตรที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ (ทั้งแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันและโปรตีนถั่วลันเตา) มีการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันช้ากว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตรควบคุม (สูตรที่ไม่ใช้สารทดแทนเนื้อสัตว์) เมื่อพิจารณาค่าเปอร์ออกไซด์พบว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % มีการเสื่อมคุณภาพช้าที่สุด รองมาเป็นน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % และน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % สำหรับสารประกอบโพลาร์พบว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % และน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % มีการเสื่อมคุณภาพช้าที่สุด ทั้งนี้การใช้สารทดแทนเนื้อสัตว์ด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันหรือโปรตีนถั่วลันเตาซึ่งมีองค์ประกอบของโปรตีน และ/หรือ ใยอาหารนั้น เมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมูจะทำให้ปริมาณไขมันของเนื้อหมูลดลง ทำให้ขณะทอดมีการระเหยของน้ำกลายเป็นไอน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดเป็นเปลือกแข็งที่ผิวนอกของชิ้นอาหาร จึงเป็นการช่วยรักษาความชื้นภายในชิ้นอาหาร (บริเวณ core) ไม่ให้ออกมาสัมผัสกับน้ำมันทอดและมีการซึมผ่านของน้ำมันเข้าไปได้น้อย เมื่อความชื้นออกมาสัมผัสกับน้ำมันน้อยจึงทำให้การเสื่อมคุณภาพของน้ำมันช้าลง นอกจากนี้เมื่อมีการใช้แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันและโปรตีนถั่วลันเตาแทนเนื้อหมูจะเป็นการลดปริมาณเนื้อแดง ซึ่งจะส่งผลให้ธาตุเหล็กที่เป็นองค์ประกอบใน

ไมโอโกลบินน้อยลง จึงลดปัจจัยเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน [23] ดังนั้นจึงลดลดการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันหลังผ่านการทอดได้ ทำให้ค่าค่าเปอร์ออกไซด์และสารประกอบโพลาร์เกิดได้ช้าลง เนื่องจากเมื่อน้ำมันได้รับความร้อนจากกระบวนการทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิสูง 170-180 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน ความชื้นของอาหาร ออกซิเจนจากอากาศและตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น ธาตุเหล็ก จะเร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีสำคัญ คือ ไฮโดรไลซีส ออกซิเดชัน และพอลิเมอร์ไรเซชัน ดังนั้นจึงทำให้เกิดปริมาณออกไซด์และโพลาร์ได้เร็วขึ้น

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของหมูบดแต่ละสูตร

วัตถุดิบ*	สูตรหมูบด			
	สูตร 1 (ควบคุม)	สูตร 2 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 %)	สูตร 3 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 %)	สูตร 4 (ทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 %)
ปริมาณผลผลิต (%)	57.90	62.30	66.80	67.50
เนื้อหมูบด	99.50	90.50	90.50	90.50
โปรตีนถั่วลันเตา	-	5.00	2.50	-
แป้งรำข้าว	-	-	2.50	5.00
น้ำ	-	4.00	4.00	4.00
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
ราคาต้นทุน (บาท/ตัน)	2,121	1,881	1,815	1,801

*เนื้อหมูราคากิโลกรัมละ 150 บาท แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันราคากิโลกรัมละ 40 บาท และโปรตีนถั่วลันเตาราคากิโลกรัมละ 170 บาท (ราคามีความไม่แน่นอนขึ้นกับประเทศผู้ผลิต และราคาตลาด)

ด้านต้นทุนพบว่าหมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยสารทดแทนเนื้อสัตว์ทุกสูตรมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าสูตรควบคุม แต่หากใช้โปรตีนถั่วลันเตาเป็นสารทดแทนเนื้อสัตว์ทางการค้า จุดเด่นคือผลิตจากวัตถุดิบที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีคนแพ้น้อย แต่เป็นวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสารทดแทนเนื้อสัตว์อื่น ๆ การทดแทนเนื้อหมูบดด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % ช่วยลดต้นทุนการผลิตหมูทอดต่อตันมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมแล้วสูตรที่ทดแทนเนื้อหมูบดด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % สามารถลดต้นทุนได้ 15 % (ตารางที่ 5)

4. สรุป

แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันสามารถใช้เป็นสารทดแทนเนื้อสัตว์ได้ จากผลการวิจัยเบื้องต้นพบว่าสามารถทดแทนเนื้อหมูได้ 5 % โดยเปรียบเทียบสมบัติของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูที่ผ่านการแปรรูปด้วยวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมระหว่างหมูบดทอดสูตร 2 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 5 % สูตร 3 ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยโปรตีนถั่วลันเตา 2.5 % และแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 2.5 % และสูตร 4 ที่ทดแทนเนื้อ

หมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน 5 % กับสูตร 1 (ควบคุม) พบว่าผลิตภัณฑ์หมูบดทอดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวมีความชื้นในผลิตภัณฑ์สูง และมีปริมาณน้ำมันและไขมันในเนื้อหมูทอดน้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพของน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูบดสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันและโปรตีนถั่วลันเตามีการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันช้ากว่าน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการทอดหมูสูตรควบคุม เมื่อพิจารณาจากค่าสี เปอร์ออกไซด์ และสารโพลาร์ จึงทำให้น้ำมันมีแนวโน้มที่จะนำไปทอดซ้ำได้จำนวนครั้งมากขึ้น

5. รายการอ้างอิง

[1] สุเมธ ตันตระเธียร, 2544, เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์, เอกสารประกอบการสอนวิชา Elementary Food Technology, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

[2] อิ่มเอิบ พันสด, คุณภาพของเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูป, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

[3] Turhan, S., Temiz, H. and Sagir, I., 2007, Utilization of wet okra in low-fat beef patties, Muscle Foods 18: 226-235.

[4] Slattery, M.L., Edwards, S.L., Boucher, K.M., Anderson, K. and Caan, B.J., 1999, Lifestyle and colon cancer: An assessment of factors associated with risk, Am. J. Epidemiol. 150: 869-877.

[5] Grundy, S.M., 1994. Lipids and Cardiovascular Disease, In Kritchersky, D. and Carroll, K.K. (Eds.), Nutrition and Disease Update, Heart Disease, AOCS Press, Champaign, Illinois.

[6] Pearson, A.M. and Gillett, T.A., 1996, Processed Meat, 3th Ed., Chapman & Hall, New York, 448 p.

[7] Tokusoglu, O. and Unal, M.K., 2003, Fat replacers in meat products, Pak. J. Nutr. 2(3): 196-203.

[8] Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T. and Lamkey, J.W., 1998, Low-fat bologna in a model system with varying types and levels of konjac blends, J. Food Sci. 63: 808-812.

[9] Rehab Ali, F.M.A., El-Anany, A.M. and Gaafar, A.M., 2011, Effect of potato flakes as fat replacer on the quality attributes of low-fat beef patties, Adv. J. Food Sci. Technol. 3(3): 173-180.

[10] Friedman, M., 2003. Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide: A review, J. Agric. Food Chem. 51: 4504-4526.

[11] Troutt, E.S., Hunt, M.C., Johnson, D.E., Claus, J.R., Kastner, C.L. and Kropf, D.H., 1992, Characteristics of low-fat ground beef containing texture-modifying ingredients, J. Food Sci. 57: 19-24.

[12] Osburn, W.N. and Keeton, J.T., 1994, Konjac flour gel as fat substitute in low-fat prerigor fresh pork sausage, J. Food Sci. 58: 484-489.

[13] Mansour, E.H. and Khalil, A.H., 1999, Characteristics of low-fat beef burgers as

influenced by various types of wheat fibres, J. Sci. Food Agri. 79: 493-498.

[14] Khalil, A.H., 2000, Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water, Food Chem. 68: 61-68.

[15] Mansour, E.H., 2003, Effect of carbohydrate-based fat replacers on the quality characteristics of low-fat beef burhers, Bull. Fac. Agri. Cairo Univ. 54: 409-430.

[16] Andres, S., Zaritzky, N. and Califano, A., 2006, The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and color characteristics of chicken sausages, Int. J. Food Sci. Technol. 41: 954-961.

[17] Bhattacharyya, D., Sinhamahapatra, M. and Biswas, S., 2007, Preparation of sausag from spent duck-an acceptability study, Int. J. Food Sci. Technol. 42: 24-29.

[18] El-Beltagy, A.E., Boudy, E.A. and Gaafar, A.M., 2007, Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), J. Agri. Env. Sci. Alexandria Uni. 6(3): 1-15.

[19] Davey, C.L. and Gillbert, K.V., 1974, Temperature-dependent cooking toughness in beef, J. Sci. Food Agri. 25: 931-938.

[20] Omojola, A.B., Hammed, S., Attoh-Kotoku, V., Wogar, G.S.I., lyanda, O.D. and Aremo, J.O., 2014, Physico chemical and organoleptic characteristics of Muscovy drake meat as influenced by cooking methods, Afr. J. Food Sci. 8(4): 184-189.

[21] Porta, R., Loredana, M., Prospero, D.P., Angela, S., Valeria, C.G., Giovanna, R.M. and Marilena, E., 2012, Water barrier edible coatings of fried foods, J. Biotechnol. Biomater. 2(7): 1-3.

[22] Warris, P.D., 2004, An Introductory Text, Wallingford, CABI Publising, Oxon, U.K., 319 p.