บทความวิจัย

การใช้ลูกสำรอง
ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอ

The Using of Scaphium macropodum Beaum as fat replacer in Moo Yaw

ประภาศรี เทพรักษา[1] Prapasri Theprugsa
นณีน อ่อนหวาน Naneen Onwan
อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์[1] Uthaiwan Tongtangwong

ABSTRACT

Scaphium macropodum Beaum is a dry fruit that found abundantly in the eastern part of Thailand. The seed coats mainly comprise the dietary fiber, mucilage, which can swelling up in water. The texture of swelling seed coats are similar to fat and give elasticity as same as fat. From these properties, it should be used as fat replacer in meat products.The purpose of this study is to investigate the possibility of using *Scaphium macropodum Beaum* as the fat replacer in the reduced-fat Moo Yaw. The proximate analysis and shelf life of this product were also studied. Firstly, the suitable ratio of *Scaphium macropodum Beaum* and fat [0:3 (control), 1:2, 2:1 and 3:0] were investigated. The cutting force, water holding capacity, emulsion stability and sensory evaluation were tested. The results showed that the ratios of 2:1 gave the best overall quality. The total fat of the reduced – fat Moo Yaw was less than the control by 11.20%. The storage time of the reduced-fat product, in the polyethylene bag at 4^{o}C, had shelf life for 5 days. It could be concluded that *Scaphium macropodum Beaum* could be used as a fat replacer in reduced-fat Moo Yaw and might be have benefit for consumer and meat factory.

Keywords : *Scaphium macropodum Beaum,* MooYaw, fat replacer, reduced-fat meat product

บทคัดย่อ

ลูกสำรอง เป็นผลแห้งของพันธุ์ไม้ยืนต้นที่พบเป็นจำนวนมากทางภาคตะวันออกของประเทศไทย เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกมีสีน้ำตาลประกอบด้วยเส้นใยชนิดละลายน้ำได้ ประเภทมิวซิเลจ มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีมีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายไขมัน มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาอัตราส่วนของลูกสำรองที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอ ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน การทดลองเริ่มต้นโดยการแปรอัตราส่วนของน้ำหนักลูกสำรองต่อไขมันเป็น 4 สูตร คือ 0:3 (สูตรควบคุม) 1:2 2:1 และ 3:0 ประเมินผลผลิตภัณฑ์ทางกายภาพด้านแรงต้านการตัดขาด ความสามารถในการอุ้มน้ำและความคงตัวของอิมัลชั่น และทางประสาทสัมผัสด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนของลูกสำรองต่อไขมันที่เหมาะสม คือ 2:1 จากนั้นนำหมูยอสูตรลดไขมันตามอัตราส่วนดังกล่าว ไปศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุมร้อยละ 11.20 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ที่ภาวะความดันบรรยากาศอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประเมินผลคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่สภาวะดังกล่าวได้ไม่เกิน 5 วัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าลูกสำรองสามารถนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิต-ภัณฑ์หมูยอลดไขมันได้ ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคและอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่อไป

คำสืบค้น : สำรอง หมูยอ สารทดแทนไขมันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดไขมัน

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121

ประภาศรี เทพรักษา นณีน อ่อนหวาน และ อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์. "การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอ" *อาหาร* 36, 3 (ก.ค.-ก.ย. 2549)

คำนำ

หมูยอเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกพื้นบ้านทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่ได้รับความนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ผลิตภัณฑ์หมูยอมีส่วนประกอบของไขมันในปริมาณสูงประมาณร้อยละ 30 ของผลิตภัณฑ์ (สายสุนีย์, 2546) เพื่อทำให้เกิดลักษณะของส่วนผสมเป็นแบบอิมัลชั่น เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น ชุ่มน้ำ และเกิดกลิ่นรสที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูงในปริมาณมากและเป็นประจำ อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ เกิดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคอันตราย หรือโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคมะเร็งบางชนิด โรคเกี่ยวกับถุงน้ำดี โรคอ้วน ซึ่งมีอาการข้างเคียงของโรคหัวใจ โรคเบาหวาน (ดารณี, 2544) อาหารพลังงานต่ำจึงมีบทบาทสำคัญต่อการเลือกบริโภคของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์หลักเพียงเพื่อการลดน้ำหนักแต่วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการเลือกบริโภคพลังงานต่ำ คือ การรักษาสุขภาพให้อยู่ในระดับที่ดี โดยทางสมาคมโรคหัวใจอเมริกันและมูลนิธิโรคหัวใจอื่นๆ ได้สนับสนุนให้มีการลดไขมันและคอเลสเตอรอลเพื่อป้องกันโรคหัวใจ จากการศึกษาพบว่าการลดไขมันจะมีผลต่อการลดอัตราเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจได้ถึงร้อยละ 10 (Giese, 1992) ในการผลิตไส้กรอกพลังงานต่ำจะเน้นถึงการใช้สารที่ให้พลังงานต่ำกว่ามาทดแทนในผลิตภัณฑ์ แต่ยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมมากที่สุด การเลือกสารทดแทนไขมันต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเชิงหน้าที่ เช่น ความสามารถในการจับตัวกับน้ำความคงตัวต่อการเกิดอิมัลชั่น การเกิดเจลและการมีลักษณะคล้ายไขมันที่สามารถนำมาใช้ในการเลียนแบบสมบัติทางประสาทสัมผัสของไขมันได้ (สายสุนีย์, 2546)

สำรอง เป็นไม้ยืนต้น มีชื่อเรียกพื้นเมืองว่าพุงทลาย หรือจอง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scaphium macropodum Beaum* พบมากในจังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด เดิมเชื่อกันว่าเคย เป็นต้นไม้ประจำจังหวัดจันทบุรีก่อนจะเปลี่ยนเป็นไม้จันทร์ในปัจจุบัน(เกร็ดธรรมชาติ, 2547) ผลแห้งหรือลูกสำรองมีลักษณะแผ่เป็นแผ่นขนาดใหญ่แตกออกขณะยังอ่อนอยู่ทำให้ลักษณะคล้ายเรือ เมล็ดมีรูปร่างรีและเป็นสีน้ำตาล เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกหรือเนื้อผลมีสารเมือกประเภทมิวซิเลจเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี เมื่อดูดซับน้ำจะพองตัวออกมีลักษณะเหมือนวุ้นยืดหยุ่นคล้ายไขมัน จัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา คือ ใช้รับประทานแก้ร้อนใน กระหายน้ำ และช่วยขับเสมหะได้ดี (องค์การ-เภสัชกรรม, 2548)

จากสรรพคุณดังกล่าว จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้ลูกสำรองเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประโยชน์ของลูกสำรองให้มีความแพร่หลายมากขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับลูกสำรองอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันผลิตภัณฑ์หมูยอ ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน โดยใช้ลูกสำรองทดแทนไขมัน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. **วัตถุดิบ**

1.1 เนื้อลูกสำรอง เตรียมจากการนำลูกสำรองแห้งประมาณ 30 ผล แช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นลอกเปลือกและเมล็ดออกจะได้เนื้อลูกสำรองที่นำไปใช้ทดแทนไขมัน โดยแปรปริมาณลูกสำรองตามสูตรที่กำหนด

1.2 ชนิดและปริมาณส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หมูยอแสดงดัง Table 1 ดัดแปลงจากกองส่งเสริมการปศุสัตว์ (2538)

Table 1. Ingredient of Moo Yaw

Ingredient	Amount(%w/w)
Lean pork	55.0
Back fat	35.0
Pepper	0.9
Shallot	1.5
Salt	1.6
Sodium tripolyphosphate (STPP)	0.3
Sugar	1.2
Tapioca flour	3.4
Ice	1.1

2. วิธีการทดลอง

การผลิตหมูยอใช้กระบวนการผลิต ซึ่งดัดแปลงจากกองส่งเสริมการปศุสัตว์ (2538)แสดงดัง Figure 1

Mince Lean pork and back fat by mincer with plate pore size $\leq$ 2 mm.

↓

Vary ratio of *Scaphium macropodum Beaum* and back fat
[S:F ratios; 0:3(control) 1:2 2:1 3:0]

↓

Chill at 4 °C

↓

Chop all ingredients by bowl chopper about 4 minutes or being a sticky batter
Final batter's temperature should be $\leq$ 12 – 15 °C

↓

Mold in Polypropylene bag, put in stainless cylinder (diameter 5 cm. length 13 cm.)
Close tighten with stainless lid

↓

boil at 85 °C , 30 minutes

↓

cool down at 10 °C, 20 minutes

↓

Take the stainless cylinder off

↓

storage at 4-5 °C

Figure 1. Flow diagram of Moo Yaw processing

2.1 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน

การศึกษาหาปริมาณลูกสำรองที่ใช้ในการทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอโดยแปรอัตราส่วนลูกสำรองต่อไขมัน คือ 0 : 3 (สูตรควบคุม) 1:2 2:1 และ 3:0 โดยเทียบจากปริมาณน้ำหนักมันหมูแข็งร้อยละ 35

ประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่ได้ดังนี้

2.1.1การตรวจสอบทางกายภาพและทางเคมี

- ค่าแรงต้านการตัดขาด (Cutting force) โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texturometer) ยี่ห้อ SMS รุ่น TA – XT 2i หัววัดชนิด Blade set
- ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ(Water holding capacity:WHC) ดัดแปลงจากวิธีของ Dagbjartsson และ Sofberg (1972)
- ความคงตัวของอิมัลชั่น (Emulsion stability : ES) และ %Total expressible fluid (%TEF) ดัดแปลงจากวิธีของ Lin และ Lee (1999)
- ปริมาณไขมันดัดแปลงจากวิธีของ Hughes และคณะ (1997)

2.1.2 การทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส สี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9-point Hedonic Scale โดยคะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวนทั้งหมด 120 คน โดยหั่นตัวอย่างหมูยอตามแนวขวางหนาชิ้นละ 1 เซนติเมตร แล้วแบ่งออกเป็นสี่ส่วนเท่าๆ กัน เสิร์ฟตัวอย่างให้ผู้ทดสอบตัวอย่างละ 1 ชิ้น

2.1.3 วางแผนการทดลอง การตรวจสอบทางกายภาพและทางเคมีวางแผนการทดลองแบบ Completed Randomized Design (CRD) การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (Fisher's LSD)

2.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน

โดยการนำหมูยอลดไขมันสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 2.1 มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านไขมัน โปรตีน เส้นใย คาร์โบไฮเดรท ความชื้น และเถ้า เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมโดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1995)

2.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน

โดยจะนำหมูยอลดไขมันสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 1 มาศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ภาวะความดันบรรยากาศประเมินผลการทดลอง ดังนี้

2.3.1 การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดหลังผลิตเสร็จด้วยวิธี Total plate count และทุกวันจนครบ 7 วัน

2.3.2 การตรวจสอบทางกายภาพทางด้านค่าแรงต้านการตัดขาดของผลิตภัณฑ์หมูยอโดยเครื่อง Texturometer

2.3.3 การทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9-point Hedonic Scale เช่น เดียวกับข้อ2.1.2

2.3.4 วางแผนการทดลอง เช่น เดียวกับข้อ 2.1.3

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน

จากการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอทั้ง 4 สูตร โดยการแปรอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมัน คือ 0:3 (สูตรควบคุม) 1:2 2:1 และ 3:0 พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอทั้ง 3 สูตรเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัส สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์หมูยอ ดังนี้

1.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี

ผลค่าแรงต้านการตัดขาดของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันแสดงดัง Table 2 พบว่าผลิตภัณฑ์ มีค่าแรงต้านการตัดขาดน้อยกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ระดับการใช้ลูกสำรองทดแทนไม่มีผลต่อค่าแรงต้านการตัดขาด เนื่องจากเนื้อลูกสำรองที่ใช้ในสูตรลดไขมันมีน้ำอยู่ในโครงสร้าง จึงส่งผลให้ในสูตรลดไขมันมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่ง Claus และคณะ (1989) ได้เสนอว่าเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจะมีผลให้โครงสร้างโปรตีนจับกับน้ำมากกว่าเกิดการจับกันเองระหว่างโปรตีน จึงทำให้ไส้กรอกโบโลญ่ามีความแน่นเนื้อลดลงสอดคล้องกับดารณี (2544) พบว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าดัดแปรทดแทนไขมันแข็งในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าต้านทานแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดลง และการศึกษาของ Beggs และคณะ (1997) พบว่าการเติมสตาร์ชข้าวโพดดัดแปรและน้ำส่งผลให้ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ลดลง

Table 2. The effect of the ratio of Scaphium macropodum Beaum and Back Fat (S:F ratio) on cutting force of reduced-fat Moo Yaw

S : F ratio	Cutting force ± SD (g/s)
0:3 (Control)	$574.98^{a} \pm 167.40$
1:2	$275.01^{b} \pm 60.47$
2:1	$284.42^{b} \pm 35.78$
3:0	$179.79^{b} \pm 43.66$

a, b Means followed by difference letter are significantly different ($p \leq 0.05$)

ผลความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าความคงตัวของอิมัลชัน และปริมาณไขมัน แสดงดัง Table 3 พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันมีผลทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าสูตรควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ระดับอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 3:0 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงที่สุด เพราะน้ำจะถูกดูดซับไว้ภายในโครงสร้างของลูกสำรองที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันสอดคล้องกับกรรณิการ์ (2542) พบว่าแป้งถั่วเหลือง และคาราจีแนนสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์หมูบดไขมันต่ำ (ไขมันร้อยละ 10)

สำหรับค่าความคงตัวของอิมัลชันของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันในการทดลองนี้ พิจารณาจากปริมาณของเหลวทั้งหมดที่สามารถแยกได้จากตัวอย่าง (Total expressible fluid : % TEF) ถ้าตัวอย่างมีค่าปริมาณของเหลวทั้งหมดที่สามารถแยกได้จากตัวอย่างสูง แสดงว่าตัวอย่างมีค่าความคงตัวของอิมัลชันต่ำ ผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรลดไขมันกับผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรควบคุม พบว่ามีค่า %TEF เพิ่มขึ้นในทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) หรืออาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรลดไขมันมีผลให้ค่าความคงตัวของอิมัลชันต่ำลง ทั้งนี้เพราะการลดไขมันในการทดลองครั้งนี้มีการใช้ลูกสำรองซึ่งสามารถเก็บกักน้ำไว้ในโครงสร้างได้มากทดแทนปริมาณไขมันที่ลดลงเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณโปรตีนจากเนื้อแดงเท่าเดิมนั้นมีผลทำให้ความสามารถในการเกิดอิมัลชันของโปรตีนลดลง (สายสุนีย์, 2546)

Table 3. The effect of the ratio of Scaphium macropodum Beaum and Back Fat (S:F ratio) on the physical and chemical properties of reduced-fat Moo Yaw

S : F ratio	Mean ± SD		
	WHC	%TEF	%Fat
0:3 (Control)	$0.05^{c} \pm 3.68 \times 10^{-3}$	$53.66^{d} \pm 2.27$	$73.80^{a} \pm 2.07$
1:2	$0.06^{b} \pm 1.06 \times 10^{-3}$	$58.27^{c} \pm 0.55$	$56.70^{b} \pm 0.87$
2:1	$0.07^{a} \pm 3.04 \times 10^{-3}$	$68.01^{b} \pm 0.64$	$42.62^{c} \pm 2.85$
3:0	$0.09^{a} \pm 1.41 \times 10^{-4}$	$76.99^{a} \pm 0.81$	$31.81^{d} \pm 0.51$

a, b, Means followed by difference letter within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$)

1.2 **ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ แสดงดัง Table 4 จากผลการประเมินคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันโดยการแปรอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 1:2 และ 2:1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าสูตรควบคุมและสูตรที่ไม่มีการใช้ไขมัน (อัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 0:3 และ 3:0 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่อัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 2:1 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด เท่ากับ 6.98 คะแนน

การประเมินคะแนนความชอบด้านสี พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันโดยการแปรอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 2:1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีแตกต่างจากสูตรควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันทั้งหมด ผู้บริโภคให้คะแนนสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เพราะการใช้ปริมาณลูกสำรองมากเกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาล

การประเมินคะแนนความชอบด้านรสชาติ พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันโดยการแปรอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 1:2 และ 2:1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านรสชาติสูงกว่าสูตรควบคุมและสูตรที่ไม่มีการใช้ไขมัน (อัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 0:3 และ 3:0 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่อัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 2:1 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุด เท่ากับ 6.95 คะแนน

การประเมินคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์หมูยอ พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 1:2 และ 2:1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ โดยรวมสูงกว่าสูตรควบคุมและสูตรที่ไม่มีการใช้ไขมัน (อัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 0:3 และ 3:0 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่อัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 2:1 มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด เท่ากับ 6.97 คะแนน

ดังนั้นเมื่อนำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีมาพิจารณาร่วมกับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้ว พบว่าการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอที่ระดับอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 2:1 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด

Table 4. The effect of the ratio of Scaphium macropodum Beaum and Back Fat (S : Fratio) on the sensory evaluation of reduced-fat Moo Yaw

S : F ratio	Means ± SD			
	Texture	Color	Taste	Overall acceptability
0:3 (control)	$5.32^{b} \pm 1.86$	$6.52^{ab} \pm 1.52$	$5.72^{b} \pm 1.69$	$5.60^{b} \pm 1.55$
1:2	$6.68^{a} \pm 1.32$	$6.15^{b} \pm 1.42$	$6.62^{a} \pm 1.32$	$6.67^{a} \pm 1.33$
2:1	$6.98^{a} \pm 1.22$	$6.77^{a} \pm 1.12$	$6.95^{a} \pm 1.15$	$6.97^{a} \pm 1.20$
3:0	$4.28^{c} \pm 1.83$	$3.07^{c} \pm 1.38$	$4.53^{c} \pm 1.80$	$3.73^{c} \pm 1.55$

a, b,... Means followed by difference letter within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$)

2. **ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันโดยใช้ลูกสำรองทดแทนไขมัน**

เมื่อนำผลิตภัณฑ์หมูยอทดแทนไขมันด้วยลูกสำรองสูตรแปรปริมาณลูกสำรองในอัตราส่วนลูกสำรอง ต่อไขมันเป็น 2:1 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมผลแสดงดังตารางที่ 5 พบว่าทั้ง 2 ตัวอย่างมีปริมาณเถ้า เส้นใย และโปรตีนใกล้เคียงกันสำหรับปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรลดไขมันมีค่าปริมาณความชื้นสูงกว่าสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ทำการทดแทนปริมาณไขมันที่ลดลงด้วยการใช้เนื้อลูกสำรองซึ่งสามารถเก็บกักน้ำไว้ในโครงสร้างได้มาก ดังนั้นเมื่อสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นจึงมีปริมาณความชื้นสูงกว่าสูตรควบคุมสำหรับปริมาณไขมัน พบว่าผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรลดไขมันมีปริมาณไขมันลดลงต่ำกว่า

สูตรควบคุมร้อยละ 11.20 และเมื่อเทียบสัดส่วนขององค์ประกอบทั้งหมดจึงทำให้ผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรลดไขมันมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทต่ำกว่าสูตรควบคุม

สำหรับการคำนวณปริมาณพลังงานของผลิตภัณฑ์หมูยอ ทำได้โดยการคำนวณจากปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงาน ซึ่งได้แก่ไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรทต่อผลิตภัณฑ์หมูยอ 100 กรัม โดยคูณด้วยค่าคงที่ 9 4 และ 3.75 ตามลำดับ (Paul and Southgate, 1978) พบว่าผลิตภัณฑ์หมูยอสูตรลดไขมันและสูตรควบคุมมีปริมาณพลังงานเท่ากับ 142.80 และ 259.39 กิโลแคลอรี่ ตามลำดับ

Table 5. Comparison of chemical compositions between the reduce-fat Moo Yaw by using S:F ratio at 2:1 and Control

Composition (%)	Reduce-fat Moo Yaw	Control
Moisture	68.25	52.84
Ash	2.48	2.48
Fiber	0.02	0.03
Protein	13.12	13.22
Fat	5.68	16.88
Carbohydrate	10.44	14.55

3. **ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันโดยใช้ลูกสำรองทดแทนไขมัน**

การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมัน เมื่อพิจารณาคุณภาพทางจุลินทรีย์ผลิตภัณฑ์หมูยอซึ่งจัดเป็นอาหารที่ผ่านกรรมวิธีหรือปรุงสุกแล้วทั่วไป ซึ่งตามเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานทางจุลชีววิทยาของอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีจุลินทรีย์รวมต่อกรัมน้อยกว่า 10^6 โคโลนี (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2548)

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Polyethy lene ที่อุณหภูมิ 4° ซ. ภาวะความดันบรรยากาศ แสดงผลดัง Table 6 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันมีอายุการเก็บ 5 วัน โดยผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณลูกสำรองที่ใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอและระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันและมีผลต่อเนื้อสัมผัส ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ดังนั้นการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์หมูยอไขมันต่ำ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญด้วย ซึ่งค่าเนื้อสัมผัสที่ใช้พิจารณาเป็นหลักในงานวิจัยนี้คือค่าแรงต้านการตัดขาด

เมื่อพิจารณาค่าแรงต้านการตัดขาดดังแสดงใน Table 6 พบว่าอายุการเก็บรักษามีผลต่อค่าแรงต้านการตัดขาดของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กล่าวคือ ค่าแรงต้านการตัดขาดจะมีค่าลดลง เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลงของผลิตภัณฑ์ทำให้โปรตีนของตัวอย่างถูกย่อยสลาย และเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์หมูยอมีผลให้เนื้อสัมผัสนิ่มขึ้น (สายสุนีย์ 2546)

จากการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม ดังแสดงใน Table 6 พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบรวมที่ลดลงอาจเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อคะแนนด้านสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเป็นสำคัญ จะเห็นได้ว่าค่าแรงต้านการตัดขาดมีค่าแปรผกผันกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ (สายสุนีย์ 2546)

Table 6. Storage test at 4 °C of the reduce-fat Moo Yaw by using S : F ratio at 2:1

Day	Total plate count (cfu/g)	Means ± SD	
		Cutting force [ns] (g/s)	Overall acceptability
1	1.0×10^4	260.40 ± 37.55	6.80[a] ± 1.52
2	8.0×10^4	255.31 ± 36.22	6.45[b] ± 1.65
3	1.0×10^5	242.90 ± 45.88	6.00[c] ± 1.74
4	3.0×10^5	235.82 ± 52.02	5.53[d] ± 1.66
5	5.0×10^5	234.00 ± 53.83	4.93[e] ± 1.42
6	2.6×10^6	-	-
7	$>6.0 \times 10^7$	-	-

ns Means within the same column are not significantly different ($p > 0.05$)

a, b,... Means followed by difference letter within the same column are significantly different ($p < 0.05$)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอที่ระดับอัตราส่วนปริมาณลูกสำรองต่อไขมันเป็น 2:1 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยมีระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

2. ผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันโดยใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันที่ผลิตได้มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ความชื้นร้อยละ 68.25 เถ้าร้อยละ 2.48 เส้นใยร้อยละ 0.02 โปรตีนร้อยละ 13.12 ไขมันร้อยละ 5.68 และคาร์โบไฮเดรท ร้อยละ 10.44

3. การเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันโดยใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene ที่อุณหภูมิ 4 °ซ. ภาวะความดันบรรยากาศ สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 5 วัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ลูกสำรองสามารถนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอลดไขมันได้ ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคและอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากเนื้อลูกสำรองมีสีน้ำตาลเข้มทำให้สีของผลิตภัณฑ์หมูยอมีสีคล้ำระดับความชอบของผู้บริโภคจึงไม่สูงมากและปริมาณการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันยังไม่สูงนัก จึงควรมีการศึกษาการฟอกสีของเนื้อลูกสำรองโดยวิธีทางธรรมชาติ ก่อนนำมาใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ เพื่อสามารถเพิ่มปริมาณการใช้ลูกสำรองให้มากขึ้น โดยไม่ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์งบประมาณ จากโครงการวิจัยเสริมหลักสูตรประจำปีการศึกษา 2547 เพื่อใช้เป็นทุนในการดำเนินงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมีบางรายการ ห้องปฏิบัติการทดลองและเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้ ทั้งทางด้านการผลิตหมูยอ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จุลชีววิทยาและทางกายภาพ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2548. เกณฑ์คุณภาพมาตรฐานทางจุลชีววิทยาของอาหาร ภาชนะและผู้สัมผัสอาหาร. กระทรวงสาธารณสุข[Online]. 2 หน้า. Available : http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/food/files/news_45t_3.htm. [2548 พฤษภาคม 29].

กรรณิการ์ ห้วยแสน. 2542. ผลของแป้งถั่วเหลือง, คาร์ราจีแนน, รำข้าวสาลี และรำข้าวเจ้าในหมูบดไขมันต่ำ.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

กองส่งเสริมการปศุสัตว์. 2539. คู่มือประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์. กรมปศุสัตว์: กรุงเทพมหานคร. 40 หน้า.

เกร็ดธรรมชาติ. 2548. "สำรอง" ต้นไม้ที่ไม่ใช่ตัวสำรองของเขาคิชฌกูฏ. หนังสือพิมพ์ผู้จัดการ [Online]. 4 หน้า.Available : http://www.mgronline.com/travelViewNews.aspx?NewsID=9470000042236. [2548 พฤษภาคม 29].

ดารณี วโรดมวิจิตร. 2544. การลดไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์โดยใช้สารทดแทนไขมันจำพวกคาร์โบไฮเดรท.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

สายสุนีย์ เบญจเทพานันท์. 2546. ผลของคาร์ราจีแนน แป้งสาคู และแป้งมันเทศต่อคุณภาพของไส้กรอกลดไขมัน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

องค์การ เภสัชกรรม. 2548. สมุนไพร: ยาแก้ไอ ขับเสมหะ. Available : http://www.gpo.or.th/herbal/herbal.html. [2548, พฤษภาคม 29].

AOAC. 1995. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., Association Official Analytical Chemists., Washington D.C. 1305 p.

Beggs K.L., Bowers J.A. and Brown D.1997. Sensory and physical characteristics of reduced –fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. Journal of Food Science. 62: 1240 -1244.

Claus J.R., Hunt M.C. and Kastner C.L. 1989. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. Journal of Muscle Food 1:1 - 5.

Dagbjartsson B. and Sofberg M. 1972. A simple method to determine the water holding capacity of muscle foods. Journal of Food Science. 37 (2) : 499 - 500.

Giese J. 1992. Developing low-fat meat products. Food Technology. 46 (4) :100 -108.

Giese J. 1996. Fat, oils and fat replacers. Food Technology. 50 (4) : 78 - 84.

Hughes E., Cofrades S. and Troy D.J. 1997. Effect of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Science. 45 : 273 - 281.

Lin K.W and Lee L.C. 1999. Sensory and physicochemical characteristics of precooked, microwave-reheated, low - fat sausage. Journal of Food Science. 64 (1) :129 - 142.

Paul A.A. and Southgate D.A.T. 1978. The Composition of Foods. Elsevier North-Holland Biochemical Press, Netherlands. 417 p.