การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ

Development of healthier PLA JAW

วัลลิกา จิตต์โสภา วิจิตรา กกแก้ว และกมลทิพย์ นิคมรัตน์ [1]

Wanlika Jitsopha Wijitra Kokaeo and Kamonthip Nicomrat

บทคัดย่อ

จากการศึกษาอัตราส่วนซูริมิต่อมันแข็งสุกรในการผลิตปลาจ๊อชุดควบคุม พบว่า อัตราส่วนที่ 5 : 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด และเมื่อศึกษาอัตราส่วนเจลแป้งบุกต่อไขมันพืชในการทดแทนมันแข็งสุกร 3 ระดับ คือ 60 : 40, 70 : 30 และ 80 : 20 พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อที่เติมเจลแป้งบุกทดแทนมันแข็งสุกรทั้ง 3 ระดับ มีค่าการสูญเสียระหว่างการหุงต้มต่ำกว่าชุดควบคุม ในขณะที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ในด้านค่าสี พบว่า ปลาจ๊อทั้ง 3 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกัน ($P\geq0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบให้คะแนนความชอบ พบว่า การใช้เจลแป้งบุกต่อไขมันพืชที่อัตราส่วน 80 : 20 ผู้บริโภคให้คะแนนไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($P\geq0.05$) ในทุกคุณลักษณะ และเมื่อศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ พบว่า ปลาจ๊อสูตรเห็ดได้รับการยอมรับมากที่สุดโดยผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันและให้พลังงานเท่ากับร้อยละ 2.52 และ 101.28 kcal ตามลำดับ

คำสำคัญ : ปลาจ๊อ ซูริมิ ผงบุก สารทดแทนไขมัน

---

[1] โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Food Science and Technology Program, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang, Songkhla 90000 Thailand

บทนำ

ซูริมิเป็นผลิตภัณฑ์ประมงที่มีอนาคตสดใสของประเทศอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง เนื่องจากกระแสการบริโภคสินค้าอาหารเพื่อสุขภาพกำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายทำให้ผู้บริโภคหันมาบริโภคเนื้อปลา ซึ่งมีปริมาณไขมันต่ำมากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันผู้ประกอบการรายย่อยที่ผลิตผลิตภัณฑ์ซูริมิมีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ผู้ประกอบการมีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อแข่งขันทางการตลาดกับผู้ประกอบการ รายอื่น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพโดยใช้ซูริมิเป็นวัตถุดิบหลักร่วมกับผงบุก และไขมันพืชทดแทนมันแข็งสุกรในสูตรการผลิตจึงเป็นคิดที่น่าสนใจอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์

ตู้อบไฟฟ้า หม้อนึ่งความดันสูง ตู้บ่มเชื้อ เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab) เครื่องนับจำนวนโคโลนี เครื่องสับผสม อุปกรณ์เครื่องครัวต่างๆ

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาอัตราส่วนซูริมิต่อมันแข็งสุกรที่เหมาะสมในการผลิตปลาจ๊อชุดควบคุม

ศึกษาอัตราส่วนของซูริมิต่อมันแข็งสุกร 3 อัตราส่วน คือ 5:1, 5:2 และ 5:3 นำปลาจ๊อที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้ ดังนี้

1.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียระหว่างการหุงต้ม

1.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) และประเมินความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale)

2. ศึกษาอัตราส่วนของผงบุกต่อไขมันพืชที่เหมาะ สมในการทดแทนมันแข็งสุกรในการผลิตปลาจ๊อ

ศึกษาอัตราส่วนผงบุกต่อน้ำมันถั่วเหลือง 3 อัตราส่วน คือ 60:40, 70:30 และ 80:20 เปรียบเทียบกับปลาจ๊อที่ผลิตโดยใช้มันแข็งสุกร (ชุดควบคุม) นำปลาจ๊อที่ผลิตได้มาประเมินคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

2.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียระหว่างการหุงต้ม

2.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) และประเมินความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale)

3. พัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพให้เป็นที่ยอมรับ

นำสูตรการผลิตปลาจ๊อที่คัดเลือกจากข้อ 2 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ 3 สูตร คือ สูตรสมุนไพร เห็ด และธัญพืช คัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Preference Ranking Test

4. ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ

นำผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพสูตรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3 มาศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไป โดยใช้แบบประเมินความชอบ 5 ระดับ (5 – point Hedonic scale) รวมถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์

5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ

นำผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพสูตรคัดเลือกได้จากข้อ 3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย

6. การวางแผนการทดลอง

การวิจัยในข้อ 1-3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS for window

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ศึกษาอัตราส่วนซูริมิต่อมันแข็งสุกรที่เหมาะสมในการผลิตปลาจ๊อสูตรควบคุม

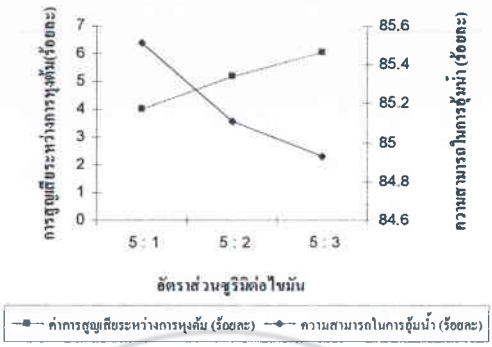
1.1 คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าสี

จากการวิเคราะห์ผลค่าสีโดยใช้เครื่อง Hunter Lab พบว่าค่า L* (ความสว่าง) ของปลาจ๊อทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีสว่างขึ้น (สุนทรณ์ ฟักเฟื่อง, 2544)

- การสูญเสียระหว่างการหุงต้มและความสามารถในการอุ้มน้ำ

เมื่อนำปลาจ๊อทั้ง 3 สูตร มาวัดค่าการสูญเสียระหว่างการหุงต้มพบว่า เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์จะมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ลดลง ทำให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำลดลง แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียระหว่างการหุงต้มกับความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อ 3 สูตรที่มีอัตราส่วนของซูริมิต่อไขมันระดับต่างๆ

1.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ด้านสี ความแน่นเนื้อ ความยืดหยุ่น และการเกาะตัวผล แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า เมื่อปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อสว่างขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์มีค่าสีไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ชุดการทดลอง ($P \geq 0.05$) ส่วนความแน่นเนื้อ ความยืดหยุ่น การเกาะตัวจะมีค่าลดลงเมื่อสัดส่วนของไขมันในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เนื่องจาก ปริมาณซูริมิลดลงส่งผลให้โครงสร้างของเจลมีความแข็งแรงลดลง (Sone T., 1972) อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีประเมินความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale) ผลแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ปลาจ๊อ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบในปัจจัยต่างๆไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) จึงคัดเลือกปลาจ๊อสูตรที่ 2 เป็นชุดควบคุมในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ของปลาจ๊อที่เติมไขมันในระดับต่างๆ

อัตราส่วนซูริมิต่อไขมัน	คะแนนเฉลี่ย			
	สี	ความแน่นเนื้อ	ความยืดหยุ่น	การเกาะตัว
สูตร 1 (5 : 1)	8.26[a]	9.43[a]	9.20[a]	10.27[a]
สูตร 2 (5 : 2)	7.34[a]	9.27[a]	9.22[a]	10.03[a]
สูตร 3 (5 : 3)	7.22[a]	6.79[b]	7.30[b]	7.44[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale ของปลาจ๊อที่เติมไขมันในระดับต่างๆ

อัตราส่วนซูริมิต่อไขมัน	คะแนนความชอบเฉลี่ย				
	สี	ความแน่นเนื้อ	ความยืดหยุ่น	การเกาะตัว	ความชอบรวม
สูตร 1 (5 : 1)	7.60[a]	7.20[a]	7.33[a]	7.46[a]	7.53[a]
สูตร 2 (5 : 2)	7.06[b]	7.33[a]	7.13[a]	7.53[a]	7.40[a]
สูตร 3 (5 : 3)	6.73[b]	6.06[b]	6.26[b]	6.26[b]	6.33[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2. ศึกษาอัตราส่วนของเจลแป้งบุกต่อไขมันพืชที่เหมาะสมในการทดแทนมันแข็งสุกรในการผลิตปลาจ๊อ

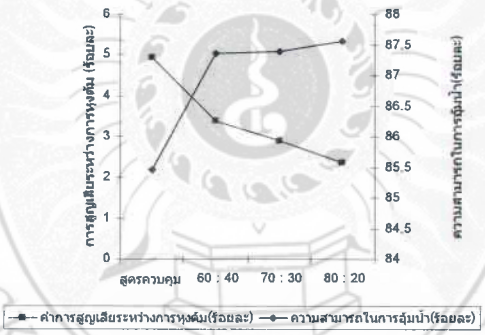
2.1 คุณภาพกายภาพ

- ค่าสี

พบว่า ค่า L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มให้ค่าความสว่างลดลง เมื่ออัตราส่วนของเจลแป้งบุกเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) ค่า a* และ b* มีแนวโน้มลดลง

- การสูญเสียระหว่างการหุงต้มและความสามารถในการอุ้มน้ำ

จากการศึกษา ผลแสดงดังภาพที่ 2 พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อที่เติมเจลแป้งบุกทดแทนมันแข็งสุกรทั้ง 3 สูตร มีค่าการสูญเสียระหว่างการหุงต้มต่ำกว่าชุดควบคุม ในขณะที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เนื่องจากผงบุกมีสารกลูโคแมนแนน (glucomannan) เป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 85 เมื่อใช้ร่วมกับแซนแทนกัม (xanthan gum) ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีโดยเจลที่เกิดขึ้นจะไม่ผันกลับด้วยความร้อน (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2540)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียระหว่างการหุงต้มกับความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อที่ทดแทนไขมันด้วยเจลแป้งบุกและไขมันพืช

2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA)

ผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อที่เติมเจลแป้งบุกเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีสีเข้มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของเจลแป้งบุกบางส่วนจะมีลักษณะโปร่งแสง (translucent) ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีแดง เนื่องจากเกิดลักษณะ blood splash appearance และเนื่องจากสีของแป้งบุกออกเป็นสีน้ำตาลอ่อน (สุนทรณ์ ฟักเฟื่อง, 2544) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น

นอกจากนี้เมื่อปริมาณของเจลแป้งบุกเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งบุกเป็นสารกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) หรือกัม (gum) ซึ่งมีคุณสมบัติ

เป็นสารเพิ่มความหนืด (thickening agent) สารทำให้เกิดความคงตัว (stabilizing) และช่วยทำให้เกิดเสถียรภาพของอิมัลชัน (emulsion stability) (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2540) ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ส่งผลให้ปลาจ๊อมีความแน่นเนื้อสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าปลาจ๊อ สูตร 3 มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($P > 0.05$) ผลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ของปลาจ๊อที่ทดแทนไขมันด้วยเจลแป้งบุกและไขมันพืชในระดับต่างๆ

อัตราส่วนเจลแป้งบุกต่อ ไขมันพืช	คะแนนเฉลี่ย			
	สี	ความแน่นเนื้อ	ความยืดหยุ่น	การเกาะตัว
สูตร 1 (60:40)	6.43^{c}	7.50^{b}	8.38^{a}	8.88^{a}
สูตร 2 (70 : 30)	6.57^{bc}	7.86^{b}	8.64^{a}	8.67^{a}
สูตร 3 (80 : 20)	8.01^{a}	9.27^{a}	8.29^{a}	9.69^{a}
สูตร 4 (ชุดควบคุม)	7.28^{ab}	9.62^{a}	8.97^{a}	9.72^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

-การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีประเมินความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale)

จากการศึกษาผลแสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ด้านความแน่นเนื้อ การเกาะตัว และความชอบรวม ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับชุดควบคุม ส่วนด้านความยืดหยุ่นและค่าสี พบว่า สูตร 2 และสูตร 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับสูตรควบคุม

ดังนั้นจึงคัดเลือกอัตราส่วนเจลแป้งบุกต่อไขมันพืช เท่ากับ 80:20 เพื่อใช้เป็นสูตรควบคุมในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี (9-Point Hedonic scale) ทดแทนไขมันด้วยเจลแป้งบุกและไขมันพืชในระดับต่างๆ

อัตราส่วนเจลแป้งบุกต่อไขมันพืช	คะแนนความชอบเฉลี่ย				
	สี	ความแน่นเนื้อ	ความยืดหยุ่น	การเกาะตัว	ความชอบรวม
สูตร 1 (60:40)	6.73^{b}	7.06^{a}	6.80^{b}	6.80^{a}	7.06^{a}
สูตร 2 (70:30)	7.13^{ab}	6.80^{a}	7.00^{ab}	6.80^{a}	7.06^{a}
สูตร 3 (80:20)	7.60^{a}	7.40^{a}	7.20^{ab}	7.33^{a}	7.66^{a}
สูตร 4 (ชุดควบคุม)	7.33^{a}	7.20^{a}	7.46^{a}	7.40^{a}	7.60^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. พัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพให้เป็นที่ยอมรับ

นำสูตรการผลิตปลาจ๊อที่ทดแทนมันแข็งสุกรที่อัตราส่วน 80 : 20 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ 3 สูตร คือ สมุนไพร เห็ด และธัญพืช (ภาพที่ 3-5) พบว่า ปลาจ๊อสูตรเห็ดได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

ภาพที่ 3 สูตรสมุนไพร ภาพที่ 4 สูตรเห็ด ภาพที่ 5 สูตรธัญพืช

4. ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ

ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อสูตรเห็ด ร้อยละ 100 และยินดีซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 40 บาท/ถุง (400 กรัม) เท่ากับร้อยละ 95 ตามลำดับ

5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพสูตรเห็ดที่พัฒนาขึ้นมีปริมาณไขมัน เท่ากับร้อยละ 2.52 และพลังงานเท่ากับ 101.28 kcal ซึ่งต่ำกว่าปลาจ๊อชุดควบคุม (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kao W.T. and Lin K.W. (2006) ได้ทำการศึกษาการผลิตไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ไขมันต่ำ โดยการเติม

แป้งบุกและแป้งมันฝรั่งในระดับต่างๆ พบว่าไส้กรอกที่เติมแป้งบุกและแป้งมันฝรั่งจะมีปริมาณไขมันและความชุ่มฉ่ำต่ำกว่าไส้กรอกชุดควบคุม (เติมไขมันร้อยละ 28)

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อ และปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ผลิตภัณฑ์	
	ปลาจ๊อ (ชุดควบคุม)	ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพ
โปรตีน	11.92	9.23
ไขมัน	14.50	14.50
คาร์โบไฮเดรต	9.17	10.42
เยื่อใย	0.65	0.81
เถ้า	1.75	1.73
ความชื้น	62.01	75.29
พลังงานทั้งหมด(kcal)	214.86	101.28

หมายเหตุ : แสดงปริมาณในหน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก

สรุป

ผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพสามารถผลิตได้โดยใช้เจลแป้งบุกต่อไขมันพืชในอัตราส่วน 80 : 20 โดยนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาจ๊อเพื่อสุขภาพให้เป็นที่ยอมรับโดยผู้บริโภค ส่วนใหญ่ยอมรับปลาจ๊อเพื่อสุขภาพสูตรเห็ดมากที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันและให้พลังงานเท่ากับ ร้อยละ 2.52 และ 101.28 kcal ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

สุนทรณ์ ฟักเฟื่อง. 2544. การใช้เจลจากแป้งบุกและแซนแทนกัมทดแทนมันแข็งสุกรในสูตรการผลิตหมูยอ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2540. การผลิตไส้กรอกหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก. อาหาร. 27(1) : 36-43.

Kao, W.T. and Lin, K.W. 2006. Quality of reduced - fat frankfurter modified by konjac-starch mixed gels. J. Food Sci. 74(4) : 326-332.

Sone, T. 1972. Consistency of Foodstuffs. D. Poidel Publishing. New York.