

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากราย

ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา^{1*}, อาร์ม พงษ์วัน¹ และ ศิริภาวี ศรีเจริญ²¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000² ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากรายให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รวมทั้งศึกษาการลดต้นทุนการผลิตและผลของการเติมสมุนไพรในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากราย โดยทดลองเตรียมตัวอย่างเต้าหู้ปลากรายสูตรพื้นฐานประกอบด้วย เกลือ 1.5% น้ำตาล 6% น้ำมันถั่วเหลือง 7.5% ฟอสเฟต 0.1% และน้ำแข็ง 10% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) ให้ความร้อนด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากการศึกษาคุณสมบัติของเจลในเต้าหู้ปลากราย พบว่า เต้าหู้ปลา มีค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจลเท่ากับ 1.46 ± 0.02 N และ $9.20 \pm 0.40 \times 10^{-3}$ m ตามลำดับ ในการศึกษาการลดต้นทุนการผลิตเต้าหู้ปลากราย โดยการเติมแป้งสาลิปริมาณ 0%, 5%, 10% และ 15% และน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 0%, 15%, 30%, และ 60% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) พบว่าสามารถเติมแป้งสาลิได้ปริมาณ 5% และน้ำมันถั่วเหลืองได้ปริมาณสูงสุด 30% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมสามารถลดต้นทุนในการผลิตเต้าหู้ปลากรายได้ 24.67% เมื่อเปรียบเทียบกับราคาของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาอื่นที่ต่าง ๆ นอกจากนี้จากการศึกษาชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลากราย ได้แก่ ตะไคร้ กระเทียม และใบมะกรูด ปริมาณ 5% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) พบว่าเต้าหู้ปลากรายที่เติมกระเทียมมีค่าความแข็งแรงของเจลสูงสุด ($p < 0.05$) และผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด เมื่อนำเต้าหู้ปลากรายที่เติมกระเทียมมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา พบว่ามีโปรตีน ไขมัน และค่าเพอร์ออกไซด์ เท่ากับ 14.20%, 11.51% (โดยน้ำหนัก) และ 7.29 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และไม่พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli* ยีสต์ และราในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

คำสำคัญ: เต้าหู้ปลา, ปลากราย, สมุนไพร, การเกิดเจล และผลิตภัณฑ์

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: choothaweep@hotmail.com

The product development of clown knife fish tofu

Choothaweep Palakawong^{1*}, Arm Pongwan¹ and Siripavee Sricharoen²

¹ Faculty of Agricultural Technology, RajabhatMahaSarakham University, MahaSarakham 44000, Thailand

² Department of Fishery Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

Abstract

The aims of this research were to develop the recipe of clown knife fish tofu, evaluate consumer acceptability, and study the effect of herbals on clown knife fish tofu quality. In clown knife fish tofu preparation, the basic recipe of 1.5% salt, 6% sugar, 7.5% soybean oil, 0.1% phosphate, and 10% glacier (by weight of fish) was formulated and then boiled at 50 °C for 30 minutes for gel setting. The gel strength and elasticity of clown knife fish tofu were 1.46±0.02 N and 9.20±0.40 x10⁻³ m, respectively.

The production cost of clown knife fish tofu was reduced by using wheat flour (0%, 5%, 10% and 15%) and soy milk (0%, 15%, 30% and 60% of fish weight). The highest contents of wheat flour and soy milk added in the tofu were 5% and 30%, respectively. The production cost was reduced around 24.67%. The tofu added with garlic showed the highest gel strength and acceptability score compared with those added with lemon grass and kaffir lime leaves. The protein and lipid contents of tofu added with garlic were 14.20% and 11.51%, respectively. The product contained 7.29% mg peroxide O₂/kg, while total microorganism, *E. coli*, yeast and mold were not found.

Keywords: Fish tofu, Clown knife fish, Herb, Gel formation and Product

* Corresponding author: E-mail:choothaweep@hotmail.com

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากปลา เช่น เต้าหู้ปลา ลูกชิ้นปลา ไส้กรอกปลา ปลาเส้น เนื้อปลาเทียม เนื้อกุ้งเทียม เนื้อปูเทียมหรือปูอัด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เนื่องจากปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูงและร่างกายย่อยได้ง่าย ทำให้ระบบการย่อยอาหารทำงานได้ดี ในเนื้อปลาโดยทั่วไปมีโปรตีนประมาณ 17 - 23% ซึ่งเป็นโปรตีนที่ย่อยง่ายกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ (เกษตรศาสตร์, 2549) และเนื้อปลายังมีกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์อีกหลายชนิด เต้าหู้ปลาเป็นผลิตภัณฑ์จากปลาที่ถูกพัฒนาขึ้นมา เป็นการเพิ่มทางเลือกในการรับประทานปลาได้อีกทางหนึ่ง ปัจจุบันพบว่าเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ปลาทราย (Clown knife fish) เป็นปลาน้ำจืดที่พบในแหล่งน้ำทั้งแหล่งน้ำนิ่งและแม่น้ำทั่วประเทศไทย ซึ่งเป็นปลาน้ำจืดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ประชาชนนิยมบริโภคเนื่องจากเนื้อปลารายมีรสชาติดีสามารถนำมาปรุงอาหารได้หลายชนิด เช่น ทอดมัน ลูกชิ้น และยังมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเต้าหู้ปลาได้ด้วย ซึ่งคุณภาพของเต้าหู้ปลารายจะต้องมีลักษณะที่คงรูป และมีส่วนประกอบกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ สีที่ตัดต้องไม่ซีดจาง มีกลิ่นรสที่ดี ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่ประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน นอกจากนี้การนำสมุนไพรในท้องถิ่นที่มีประโยชน์ เช่น ตะไคร้ กระเทียม และใบมะกรูด มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาราย นอกจากจะเป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลารายแล้ว ยังเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรอีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของเต้าหู้ปลาที่ผลิตจากปลาราย และเพื่อศึกษาพืชสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลาราย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเต้าหู้

ขั้นตอนการเตรียมเต้าหู้ปลารายแสดงดังภาพที่ 1

2. การศึกษาคุณภาพของเต้าหู้ปลารายที่ผสมแป้งสาลีและนมถั่วเหลือง

ทำการเตรียมเจลของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลารายสูตรพื้นฐาน (เยาวภาและจาวรณ, 2552) (ตารางที่ 1) เมื่อทำการศึกษาปริมาณแป้งที่เหมาะสมโดยการเติมแป้งสาลีปริมาณ 0, 5, 10 และ 15% พบว่าเต้าหู้ปลารายที่เติมแป้งสาลี 5% มีค่าไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐานจึงนำมาศึกษา

ต่อโดยการศึกษาการเติมนมถั่วเหลืองในปริมาณ 0, 15, 30 และ 60% (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงสูตรพื้นฐานและสูตรที่เติมแป้งสาลี

วัตถุดิบ (%)	สูตรที่ 1 (พื้นฐาน)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
เนื้อปลาราย	79	74	69	64
แป้งสาลี	0	5	10	15
เกลือ	1	1	1	1
น้ำตาล	5	5	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	6	6	6	6
ฟอสเฟต	1	1	1	1
น้ำแข็ง	8	8	8	8

ตารางที่ 2 แสดงสูตรที่เติมแป้งสาลี 5 % และสูตรที่เติมนมถั่วเหลือง

วัตถุดิบ (%)	สูตรที่ 1 (พื้นฐาน)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
เนื้อปลาราย	74	59	44	14
แป้งสาลี	5	5	5	5
นมถั่วเหลือง	0	15	30	60
เกลือ	1	1	1	1
น้ำตาล	5	5	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	6	6	6	6
ฟอสเฟต	1	1	1	1
น้ำแข็ง	8	8	8	8



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมเต้าหู้ปลาราย

2.1 การประเมินคุณสมบัติของเจลในเต้าหู้ปลาทราย

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเจล โดยการวัดค่าความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจล ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ใช้หัววัด Cylinder Probe P/5S ทำ 3 ซ้ำ ตัวอย่างละ 3 ชิ้น ขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร และหนา 1.8 เซนติเมตร

2.2 วิธีการทดสอบการยอมรับเต้าหู้ปลาทราย

ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาทราย ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (9 - Point Hedonic Scale) กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดไปจนถึงระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน

2.3 การประเมินต้นทุนและการลดต้นทุนในการผลิต

ทำการคำนวณราคาขายจากต้นทุนการผลิตเต้าหู้ปลาทราย โดยรวมราคาต้นทุนของวัตถุดิบ บวกค่าเสียหายต่างๆ ได้แก่ ค่าแก๊ส ค่าแรง ค่าบรรจุภัณฑ์ ค่าเสี่ยงต่อความเสียหาย ค่าเสี่ยงต่อการถูกส่งสินค้ากลับคืนและค่าสึกหรอของอุปกรณ์เครื่องใช้ทั้งหมด 30% บวกกำไรเพิ่มเติมจากต้นทุนอีก 30% (กองบรรณาธิการ, 2552) และนำไปเปรียบเทียบกับเต้าหู้ปลาที่มีวางขายในท้องตลาดหรือร้านสะดวกซื้อ

3. การศึกษาคุณภาพของเต้าหู้ปลาสมุนไพร

นำสูตรเต้าหู้ปลาทรายที่มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยคะแนนการยอมรับไม่ต่ำกว่า 7 คะแนน มาศึกษาถึงชนิดของสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ กระเทียม และใบมะกรูด ในลักษณะสด ชนิดละ 5% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) ที่อาจมีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพและการยอมรับ ดังนี้

ทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ โดยการวัดค่าความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจล ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาทราย ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (9 - Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คนขึ้นไป หลังจากนั้นเลือกชนิดของสมุนไพรที่ได้คะแนนการยอมรับดีที่สุดมาศึกษาคุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา เปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้ปลาของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2548) ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และค่าเพอร์ออกไซด์

ด้วยวิธีของ AOAC (2005) โดยปริมาณโปรตีนต้องไม่น้อยกว่า 10% โดยน้ำหนัก ปริมาณไขมันต้องไม่เกิน 15% โดยน้ำหนัก และค่าเพอร์ออกไซด์จะต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัม สมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อ กิโลกรัม ตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2548) วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli* ยีสต์และรา ด้วยวิธีการตรวจหาเชื้อปนเปื้อนในอาหารแบบรวดเร็ว โดยการใช้ Petrifilm 3M ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2548)

4. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows 7 ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลและวิจารณ์การวิจัย

1. การศึกษาคุณสมบัติของเจลในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาทราย

เต้าหู้ปลาทรายมีค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจลเท่ากับ 1.46 ± 0.02 N และ $9.20 \pm 0.40 \times 10^{-3}$ m และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆ ทุกลักษณะของเต้าหู้ปลาทราย 7 คะแนนขึ้นไป

2. การศึกษาต้นทุนและการลดต้นทุนในการผลิต

จากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตทั้งหมดพบว่า ใช้ต้นทุนในการผลิตเต้าหู้ปลาทรายสูตรพื้นฐานทั้งหมด 18.81 บาทต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม และเมื่อศึกษาปริมาณสารเติมแต่งสูงสุดที่สามารถเติมลงไปในการสุตรได้ โดยได้ศึกษาการเติมแป้งสาลีก่อน ปริมาณ 0, 5, 10 และ 15% พบว่าเต้าหู้ปลาทรายที่เติมแป้งสาลี 5% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) มีค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจลไม่แตกต่างจากเต้าหู้ปลาทรายที่ไม่เติมแป้งสาลี ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3) และเมื่อนำสูตรเต้าหู้ปลาทรายที่เติมแป้งสาลี 5% มาศึกษาต่อ โดยการเติมน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 0, 15, 30, และ 60% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) พบว่าเต้าหู้ปลาทรายที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 0, 15 และ 30% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) มีค่าความแข็งแรงของเจลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลของการเติมแป้งสาลีต่อค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจล

ปริมาณแป้งสาลี (%)	ค่าความแข็งแรงของเจล (N)	ค่าความยืดหยุ่นของเจล ($\times 10^{-3}m$)
0	3.09±0.19 ^c	7.37±0.52 ^c
5	3.17±0.27 ^c	8.14±0.10 ^c
10	4.70±0.14 ^b	10.10±0.60 ^b
15	5.54±0.28 ^a	11.40±0.52 ^a

หมายเหตุ : อักษร ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง คือ ปริมาณแป้งสาลี 0% 5% 10% และ 15% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 ผลของการเติมน้ำนมถั่วเหลืองต่อค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจล

ปริมาณน้ำนมถั่วเหลือง (%)	ค่าความแข็งแรงของเจล (N)	ค่าความยืดหยุ่นของเจล ($\times 10^{-3}m$)
0	2.98±0.60 ^a	7.75±1.44 ^b
15	2.63±0.46 ^a	10.46±3.06 ^a
30	2.64±0.82 ^a	8.46±0.80 ^{ab}
60	1.52±0.21 ^b	10.39±0.76 ^a

หมายเหตุ : อักษร ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง คือ ปริมาณนมถั่วเหลือง 0% 15% 30% และ 60% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อนำตัวอย่างที่ได้จากการเติมแป้งสาลี 5% และน้ำนมถั่วเหลืองปริมาณต่างๆ มาทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากราย พบว่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า เต้าหู้ปลากรายสูตรที่เติมน้ำนมถั่วเหลืองปริมาณ 0%, 15% และ 30% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) ได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตาราง 5

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตทั้งหมด พบว่าเต้าหู้ปลากรายที่เติมแป้งสาลี 5% และน้ำนมถั่วเหลือง 30% สามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ 24.67% ดังแสดงในตารางที่ 6 และเมื่อเปรียบเทียบราคาขายกับผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาอื่นที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป พบว่าเต้าหู้ปลากรายที่พัฒนาขึ้น มีราคาขายแพงกว่าเต้าหู้ปลาของบริษัท A คิดเป็น 20.60% อาจเป็นเพราะเนื้อปลากรายมีราคาที่สูง แต่มีราคาขายที่ถูกกว่าเต้าหู้ปลาของบริษัท B, C และ D คิด

เป็น 1.43%, 22.63% และ 52.06% ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากรายที่เติมน้ำนมถั่วเหลือง

คุณลักษณะ	ปริมาณน้ำนมถั่วเหลือง (%)			
	0	15	30	60
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.97±1.74	6.91±1.22	6.66±1.43	6.46±1.40
สี ^{ns}	7.00±1.57	7.00±1.11	7.11±1.26	6.49±1.44
กลิ่น ^{ns}	6.60±1.48	6.97±1.62	6.86±1.46	6.46±1.40
กลิ่นรส	7.06±1.45 ^a	6.86±1.52 ^{ab}	6.40±1.82 ^{ab}	6.11±1.73 ^b
เนื้อสัมผัส	7.11±1.59 ^a	6.77±1.72 ^a	6.54±1.67 ^a	5.69±1.98 ^b
ความชอบโดยรวม	7.34±1.21 ^a	6.94±1.28 ^a	6.54±1.56 ^a	5.94±1.68 ^b

หมายเหตุ : อักษร ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง คือ ปริมาณนมถั่วเหลือง 0% 15% 30% และ 60% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6 ต้นทุนการผลิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากรายสูตรพื้นฐานกับสูตรที่เติม (แป้งสาลี 5% กับน้ำนมถั่วเหลือง 30% โดยน้ำหนักเนื้อปลา)

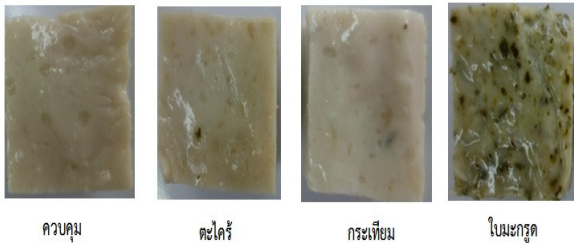
สูตรเต้าหู้ปลากราย	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท/100กรัม)	ราคาขาย (บาท/100 กรัม)
สูตรพื้นฐาน	18.81	30.09
สูตรเติม (แป้งสาลีกับน้ำนมถั่วเหลือง)	14.17	22.67

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบราคาขายของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากรายที่พัฒนาขึ้นกับเต้าหู้ปลาอื่นที่จำหน่ายในท้องตลาด

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ราคาขาย (บาท/100 กรัม)	ราคาแพงกว่า (%)	ราคาถูกกว่า (%)
เต้าหู้ปลากราย (ที่พัฒนาขึ้น)	22.67	-	-
เต้าหู้ปลาบริษัท A	18.00	20.60	-
เต้าหู้ปลาบริษัท B	23.00	-	1.43
เต้าหู้ปลาบริษัท C	29.30	-	22.63
เต้าหู้ปลาบริษัท D	47.29	-	52.06

3. การศึกษาคุณภาพของเต้าหู้ปลาเมื่อเติมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ กระเทียม และใบมะกรูด ในเต้าหู้ปลากรายสูตรที่มีการลดต้นทุนการผลิต (แป้งสาลี 5% และ

น้ำนมถั่วเหลือง 30%) ซึ่งได้เติมสมุนไพรแต่ละชนิดๆ ละ 5% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา) พบว่าเต่าหัวปลากลายที่เติมด้วยกระเทียมมีสีอ่อนที่สุดดังแสดงในภาพที่ 2 เมื่อตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส โดยการวัดค่าความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจล พบว่าผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายที่เติมกระเทียมมีค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุด และมีความแตกต่างจากเต่าหัวปลากลายที่เติมตะไคร้ และใบมะกรูดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่าความยืดหยุ่นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 8



ภาพที่ 2 คุณลักษณะของเต่าหัวปลากลายที่เติมสมุนไพร

ตารางที่ 8 ผลของการเติมพืชสมุนไพรปริมาณ 5% ต่อค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจล

ชนิดของสมุนไพร	ค่าความแข็งแรงของเจล (N)	ค่าความยืดหยุ่นของเจล ($\times 10^{-3}$ m)
ควบคุม	2.37 \pm 0.53 ^b	9.06 \pm 0.97 ^c
ตะไคร้	2.30 \pm 0.27 ^b	11.55 \pm 1.54 ^b
กระเทียม	3.12 \pm 0.77 ^a	12.36 \pm 1.68 ^b
ใบมะกรูด	1.96 \pm 0.39 ^b	13.75 \pm 1.17 ^a

หมายเหตุ : อักษร^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง คือ สมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายที่ได้จากการเติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด พบว่า คะแนนความชอบของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและสี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับคุณลักษณะด้าน กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายที่เติมกระเทียมได้คะแนนความชอบที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายที่เติมใบมะกรูด และตะไคร้ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9 และจากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน ค่าเพอร์ออกไซด์ ในผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายมีค่าเท่ากับ 14.20 \pm 0.72%, 11.51 \pm 0.56% (โดยน้ำหนัก) และ 7.29 \pm 0.41 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อ กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับผลการตรวจสอบ

คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli* ยีสต์และรา ปรากฏว่าตรวจไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทุกชนิด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต่าหัวปลาของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2548) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีการฆ่าเชื้อของวัตถุดิบในระหว่างการแปรรูป อีกทั้งยังเนื่องมาจากวัตถุดิบประเภทกระเทียมที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 9 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายที่เติมพืชสมุนไพร 3 ชนิด ในปริมาณ 5% (โดยน้ำหนักเนื้อปลา)

คุณลักษณะ	พืชสมุนไพร			
	ควบคุม	ตะไคร้	กระเทียม	ใบมะกรูด
ลักษณะ	7.37 \pm	6.94 \pm	6.91 \pm	7.06 \pm
ปรากฏ ^{ns}	1.56	1.16	1.31	1.80
สี ^{ns}	7.34 \pm	6.74 \pm	6.86 \pm	7.11 \pm
	1.14	1.22	1.61	1.57
กลิ่น	6.91 \pm	6.46 \pm	7.60 \pm	7.49 \pm
	1.69 ^a	1.69 ^{ab}	1.12 ^{ac}	1.58 ^{ac}
กลิ่นรส	6.94 \pm	6.54 \pm	7.37 \pm	6.74 \pm
	1.43 ^a	1.40 ^{ab}	1.37 ^{ac}	1.65 ^a
เนื้อสัมผัส	7.37 \pm	6.91 \pm	7.54 \pm	6.71 \pm
	1.22 ^a	1.74 ^a	1.36 ^{ab}	1.56 ^{ac}
ความชอบ	7.60 \pm	6.86 \pm	7.54 \pm	7.20 \pm
โดยรวม	1.01 ^a	1.35 ^b	1.29 ^a	1.60 ^{ab}

หมายเหตุ : อักษร^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในแนวนอน คือ สมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อักษร^{ns} คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 10 คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เต่าหัวปลากลายที่เติมกระเทียม

คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา	ปริมาณ	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต่าหัวปลาของ มผช. (2548)
โปรตีน (%w/w)	14.20 \pm 0.72	ไม่ต่ำกว่า 10
ไขมัน (%w/w)	11.51 \pm 0.56	ไม่เกิน 15
ค่าเพอร์ออกไซด์ (meq O ₂ /Kg)	7.29 \pm 0.41	ไม่เกิน 30
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่เกิน 1 \times 10 ⁶
<i>E. coli</i> (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่เกิน 3
ยีสต์และรา (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่เกิน 100

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาทรายในสูตรพื้นฐานมีค่าความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่นของเจลเท่ากับ 148.78 ± 0.84 N และ $9.20 \pm 0.40 \times 10^{-3}$ m โดยสูตรที่ได้รับการยอมรับมีส่วนผสมดังนี้ เนื้อปลาทราย 79% เกลือ 1% น้ำตาล 5% น้ำมันถั่วเหลือง 6% ฟอสเฟต 1% และน้ำแข็ง 8% ปริมาณการเติม additives ได้แก่ แป้งสาลี 5% และน้ำมันถั่วเหลือง 30% ทำให้ผลิตภัณฑ์มีต้นทุนการผลิตที่ถูกลง 24.67% เมื่อเทียบกับราคาขายตามท้องตลาดของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา

ทราย โดยการศึกษาชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลาทราย คือ กระเทียม ซึ่งมีสารในการต้านอนุมูลอิสระ โดยผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาทรายที่มีการเติมกระเทียมเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้ปลาของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2548) ดังนั้นผู้ที่สนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาทราย ควรใช้สูตรการผลิตที่มีการเติมกระเทียม เนื่องจากกระเทียมมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ และยังสามารถยับยั้งสารที่ก่อให้เกิดเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการ. 2552. ซีรีส์ร้อยด้วยธุรกิจเบเกอร์โฮมเมด. พีเพิล มีเดียบุ๊คส์. กรุงเทพฯ. 81 หน้า.

เกษตรศาสตร์. 2549. คุณค่าจากปลาร้าของโปรตีน. (สืบค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2555). Available from URL:

<http://www.ku.ac.th/e-magazine>.

เยาวภา นมัสศิลา และจากรุวรรณ ดรเถื่อน. 2552. การผลิตปลาเต้าหู้สมุนไพร. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตสกลนคร.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2548. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้ปลา. มผช. 728/2548.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Maryland.