ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อปลาดุกบิ๊กอุยแล่ที่เก็บรักษาโดยวิธีแช่เย็นในน้ำแข็งและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและสภาวะในการเกิดเจลที่ให้ความแข็งแรงของเจลสูงสุด

Storage time of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus and C. gareponus*) fillet in ice and at 4°C and condition of setting gel of maximum strength.

วิไลวรรณ ถานอาดนา[1] เกษม นันทชัย[1] และ ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ[1]
Wilaiwan Thanadna[1], Kasem Nantachai[1] and Supawan Thawornchinsombut[1]

Abstract

Storage time of hybrid catfish fillet in ice ((-2) - 0 °C) and at 4 °C were investigated. Discrimination tests (triangle test) were performed on fresh fillet and stored sample by a panel 12 trained assessors. Results showed that the panel could significantly differentiate fresh fillet from chilled sample when stored in iced and at 4 °C at least for 5 days. Response surface methodology was employed to study relationships between gel strength (dependent variable) and condition of gel formulation : temperature (X_1) (30-40°C) time (X_2) (20-60 minutes) and salt (X_3) (2-3%) using Box and Behnken design. Polynomial Regression results indicated that relationship between dependent and independent variables could be represented by a model : gel strength = $248.87+26.96X_1+19.28X_2 - 37.18X_3^2+ 46.71X_1X_2$ (r^2= 0.881). A gel with maximum gel strength of 359.44 g.cm could be produced by using temperature of 40 °C time of 60 minutes and salt concentrate of 2.48 %. Four gel samples of different condition were produce to validate the model. Results showed that all produce samples and those predict by model had no significant differences in gel strength values ($p \geq 0.05$).

Keywords: hybrid catfish, chill store, response surface methodology.

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาการเก็บเนื้อปลาแล่ในน้ำแข็ง ((-2) - 0 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสโดยวิธี triangle test พบว่า ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกแล้วจำนวน 12 คน สามารถแยกความแตกต่างทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาสดกับเนื้อปลาที่แช่เย็นทั้ง 2 วิธีได้ในระยะเวลา 5 วัน ($p \leq 0.05$) และเมื่อใช้วิธีการของการประเมินพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology) ทำการศึกษาสภาวะการเกิดเจล โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของเจล (ตัวแปรตาม) กับปัจจัยในการผลิต (ตัวแปรอิสระ) คือ อุณหภูมิ (X_1) (30-40 องศาเซลเซียส) เวลา (X_2) (20-60นาที) และปริมาณเกลือ (X_3) (ร้อยละ 2-3) ตามแผนการทดลองแบบ Box and Behnken design จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวตามวิธีการของ Polynomial Regression พบว่าค่าความแข็งแรงของเจลมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระดังสมการ ค่าความแข็งแรงของเจล = $248.87 + 26.96 X_1 + 19.28X_2 - 37.18 X_3^2 + 46.71 X_1X_2$ (r^2 = 0.881) จากสมการดังกล่าวพบว่าค่าความแข็งแรงสูงที่สุดเป็น 359.44 กรัม.เซนติเมตร เมื่อใช้สภาวะการผลิตที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที และเกลือร้อยละ 2.48 เมื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองดังกล่าวโดยผลิตเจลมาทดสอบจำนวน 4 สูตรพบว่าค่าความแข็งแรงของเจลของตัวอย่างและค่าที่ทำนายได้จากแบบจำลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p \geq 0.05$)

คำสำคัญ: ปลาดุกบิ๊กอุย การแช่เย็น การประเมินพื้นผิวตอบสนอง

คำนำ

ปลาดุกบิ๊กอุย(Hybrid catfish) เป็นปลาน้ำจืดอีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมเพาะเลี้ยง เนื่องจากเป็นปลาเลี้ยงง่ายมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้ดี ทั้งยังเป็นที่นิยมบริโภคของประชาชน จึงทำให้เกษตรกรสนใจเพาะเลี้ยงมากขึ้น จากอัตราการเพิ่มขึ้นของราคาฟาร์มของปลาดุกสูงขึ้นถึงร้อยละ 25.63 ซึ่งสูงมากที่สุดของสัตว์น้ำจืดสำคัญ (กรมประมง, 2541) แต่การมีผลผลิตปลาน้ำจืดออกสู่ท้องตลาดในปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาในการควบคุมคุณภาพปลา

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[1] Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University 40002

ภายหลังการจับ คือ การขาดห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาปลาสดที่เกิดจากการจับปลาในปริมาณมากเกินความต้องการของตลาด จึงทำให้มูลค่าการตลาดของปลาลดลงอย่างมาก การแช่เย็นในน้ำแข็งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ประกอบการเพราะเป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและมีความสะดวก ในปัจจุบันได้มีการผลิตเนื้อปลาบดแปรรูปจากปลาน้ำจืดเพิ่มมากขึ้น และมีการนำเอาปลาดุกบิ๊กอุยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา เช่น ไส้กรอกปลา และลูกชิ้นปลา เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อปลา คือ ความเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่นและสามารถอุ้มน้ำได้ดี ที่แสดงถึงคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในการเกิดเจลของโปรตีนปลา ที่มีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ตามธรรมชาติของโมเลกุลโปรตีนแอคโตไมโอซิน (Nishimoto et al 1987) เพื่อเป็นการเพิ่มแนวทางการลดการสูญเสียของปลาภายหลังการจับและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ดังนั้นในการทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของเนื้อปลาแล่ในน้ำแข็งและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและสภาวะการเกิดเจลที่ให้ความแข็งแรงของเจลที่สูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างเนื้อปลาดุกบิ๊กอุยแล่ที่เพาะเลี้ยงในจังหวัดกาฬสินธุ์ มีอายุประมาณ 4-5 เดือน เก็บเนื้อปลาแล่โดยแช่เย็นในกล่องโฟมที่ปิดมิดชิด(อัตราส่วนปลาต่อน้ำแข็ง 1 : 2)กับแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สุ่มตรวจตัวอย่างทุก 1 วัน เพื่อทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสโดยวิธี triangle test ของเนื้อปลาสดกับเนื้อปลาที่ผ่านการเก็บรักษาทั้ง 2 วิธี โดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกแล้วจำนวน 12 คน และศึกษาสภาวะในการเกิดเจล โดยใช้วิธีการประเมินพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของเจล (Y) (ตัวแปรตาม) กับปัจจัยในการผลิต (ตัวแปรอิสระ) คือ อุณหภูมิ (X_1) (30-40 องศาเซลเซียส) เวลา (X_2) (20-60 นาที) และปริมาณเกลือ (X_3) (ร้อยละ 2-3) ตามแผนการทดลองแบบ Box and Behnken design และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามวิธีการของ Polynomial Regression ผลิตเจลโดยนำเนื้อปลาแล่ที่ผ่านการบดสับมาผสมเกลือจากปริมาณที่ศึกษาและน้ำแข็งเพื่อปรับความชื้นเป็นร้อยละ 80 บรรจุตัวอย่างลงในไส้เทียม นำไปต้มที่อุณหภูมิและเวลาที่ศึกษา และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 30 นาที ตัดเจลให้มีขนาด 2.5 x 2.5 เซนติเมตร วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (TAXT2) ค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) = แรงในการกดตัวอย่าง X ระยะทางความลึกก่อนตัวอย่างแตก หน่วยเป็นกรัม.เซนติเมตร

ผล

1. การเก็บรักษาเนื้อปลา

ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของเนื้อปลาแล่ที่ผ่านการเก็บรักษาในวันที่ 5 ของการเก็บ คือ ตอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 8 คน ของทั้งสองวิธีการเก็บรักษา จากผู้ทดสอบจำนวน 12 คน

Table 1 Result of the triangle test on fish fillet chilled in ice and at 4°C

Storage time (day)	Chilled in ice	Chilled at 4°C
	Number of correct panel	Number of correct panel
1	4	5
2	5	4
3	7	5
4	5	7
5	8	9

Number of correct panel must be $\geq$ 8 is significant ($p \leq 0.05$)

2. **การศึกษาสภาวะในการเกิดเจล**

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้ดังนี้

Table 2. Sequential model sum of square for gel strength

	Model	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig.
Gel strength (g.cm)	Linear	9028.24	3	3009.41	2.03	0.1589
	Quadratic	15876.93	6	2646.16	5.51	0.0206
	Cubic	3010.05	3	1003.35	11.41	0.0198

Table 3. Anova table for Response surface Quadratic model for gel strength

	Regression coefficient										R^2	Lack of fit
	Intercept	X_1	X_2	X_3	X_1^2	X_2^2	X_3^2	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3		significance
Gel strength (g.cm) (Y)	248.87	26.96	19.28	-	-	-	37.18	46.71	-	-	0.881	0.0198

ปัจจัยการผลิตทั้ง 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กับค่าความแข็งแรงของเจลในเชิงเส้นโค้ง (Quadratic) ($p<0.05$) จากตารางที่ 2 และสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient, ß) จากตารางที่ 3 เขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model) ได้ดังนี้

$$Y = 248.87 + 26.96\ X_1 + 19.28X_2 - 37.18\ X_3^2 + 46.71\ X_1X_2$$

จากแบบจำลองสามารถอธิบายได้ว่าอุณหภูมิ(X_1) เวลา(X_2) ในการเกิดเจล มีความสัมพันธ์กับค่าความแข็งแรงของเจล (Y) ในทางบวกและปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการเกิดเจลมีความสัมพันธ์กับค่าความแข็งแรงของเจล ในทางบวก แบบจำลองนี้มีค่าสัมประสิทธ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of determination, r^2) เท่ากับ 0.881 คือ เมื่อใช้แบบจำลองนี้ทำนายความแข็งแรงของเจลตามสภาวะของตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไป ค่าความแข็งแรงของเจลที่ทำนายได้จะมีความแปรปรวนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 88.11 ของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจริงในชุดข้อมูล และเมื่อพิจารณาจากค่า Lack of fit เท่ากับ 0.0198 แสดงว่าสมการจากแบบจำลองมีความแตกต่างทางสถิติ ($p< 0.05$) คือ แบบจำลองไม่มีความ Fit กับข้อมูลเพียงพอ

การทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Table 4. The results of confirmation experimental

Sample	Temperature (°C)	Time (minutes)	Salt (%)		gel strength (g.cm)	P- value
1	40	60	2.48	predict	359.386	> 0.05
				experimental	462.1705	
2	40	60	2.53	predict	358.812	>0.05
				experimental	400.0265	
3	30.39	40.79	2.01	predict	179.836	< 0.05
				experimental	245.7091	
4	37.41	43.80	2.57	predict	272.049	> 0.05
				experimental	299.8439	

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าจริงและค่าทำนายของค่าความแข็งแรงของเจลของตัวอย่างทั้ง 1 2 และ4 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างความแข็งแรงของเจล กับสัดส่วนการผลิต มีความเหมาะสมในการใช้คาดคะเน อุณหภูมิ เวลา และปริมาณเกลือ ในการเกิดเจล และจากแบบจำลองการผลิตเจลที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที และเกลือร้อยละ 2.48 ให้ค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุดคือ 359.44 กรัม .เซนติเมตร

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองแยกความแตกต่างของเนื้อปลาสดกับเนื้อปลาที่ผ่านการเก็บรักษา โดยการแช่เย็นในน้ำแข็งและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของเนื้อปลาได้ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ซึ่งอาจจะเกิดจากการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) ของเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อปลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของนิวคลีโอไทด์ทำให้เนื้อเยื่อบางส่วนถูกย่อยสลาย สอดคล้องกับรายงานของ Benjakul และคณะ (1997) ที่พบว่า เกิดการย่อยสลายตัวเองของเนื้อปลาภายใน 8 วันของการแช่เย็นในน้ำแข็ง

ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความแข็งแรงของเจลกับปัจจัยการผลิต คือ อุณหภูมิ (X_1) เวลา (X_2) และปริมาณเกลือ (X_3) พบว่ามีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง (quadratic) ตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ : $Y = 248.87 + 26.96\ X_1 + 19.28X_2 - 37.18\ X_3^2 + 46.71\ X_1X_2$ ซึ่งมีค่า Coefficient of determination, (r^2) เท่ากับ 0.881 โดยความแข็งแรงของเจลมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและเวลาเป็นเส้นตรง ดังนั้นค่าความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มมากขึ้น ตามอุณหภูมิและเวลาที่เพิ่มขึ้น และมีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งกับปริมาณเกลือ คือ เมื่อปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่ง คือ ร้อยละ 2.48 ค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้มีค่าสูงที่สุดถึง 359.44 กรัม.เซนติเมตร เมื่อปริมาณเกลือเพิ่มมากขึ้นจากระดับดังกล่าว ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลง เนื่องจากความเข้มข้นของอิออนที่สูงขึ้นของเกลือทำให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนลดลง (Stefansson และ Hultin, 1994) ส่งผลให้เกิดเจลที่มีสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ความแข็งแรงของเจลจึงมีค่าลดลง

สรุป

ผู้ทดสอบพบการเปลี่ยนแปลงของเนื้อปลาแช่เย็นในน้ำแข็งและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในวันที่ 5 วันของการเก็บรักษา ความแข็งแรงของเจล (Y) มีความสัมพันธ์กับปัจจัยในการผลิต คือ อุณหภูมิ (X_1) เวลา (X_2) และปริมาณเกลือ (X_3) ดังสมการ $Y = 248.87 + 26.96\ X_1 + 19.28X_2 - 37.18\ X_3^2 + 46.71\ X_1X_2$ การผลิตเจลที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที เกลือร้อยละ 2.48 ให้ค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุด คือ 359.44 กรัม .เซนติเมตร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและทุนสนับสนุนการวิจัยจาก ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว : หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่นและศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลการเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2541. การเพาะเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย. 1: 15 -17.

Benjakul, S., Thomas A., S., Michael T., M., and Haejung., A. 1997. Physicochemical changes in Pacific Whiting Muscle Proteins during Iced Storage. J. Food Science. 62:729-733.

Nishimoto, S., Hashimoto, A., Seki, N., Kimura, I., Toyoda, K., Fujita, T. and Arai, K. 1987. Infuencing factors on changes in Myosin Heavy chain and jelly strength of salted meat paste from Alaska Pollack during setting. Nippon Suisan Gakkaishi. 53(11) : 2011-2020.

Stefansson, G. and Hultin, O. 1994. On the solubility of cod muscle protein in water. J. Aquatic. Food Chem. 42: 2656-2664.