

ผลของแป้งมันสำปะหลังต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และประสาทสัมผัสของ

ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

The Effect of Cassava Starch on Physicochemical Properties and Sensory Attribute of Fish Bar Product from Snakehead Fish in Sing Buri Province

สุวรรณี ปานเจริญ^{1*} ปิยาพัชร จันทรสุข²

Suwanee Pancharoen^{1*} Piyapat Jansuk²

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี

Department of Food Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Lop Buri

^{1*}E-mail: suwanee.p@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแป้งมันสำปะหลังต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี โดยศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5, 15, 25 และ 35 ของน้ำหนักปลา พบว่าการใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L^* , a^* และ b^* มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณน้ำอิสระและความชื้นมีค่าลดลง โดยผลิตภัณฑ์ที่ใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 35 ของน้ำหนักปลา มีปริมาณน้ำอิสระและความชื้นน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) การใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็ง ความเหนียวคล้ายยาง และความยากในการเคี้ยวมากขึ้น แต่มีค่าความยืดหยุ่นและการคืนตัวกลับน้อยลง โดยผลิตภัณฑ์ที่ใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 35 ของน้ำหนักปลา มีค่าความแข็ง ความเหนียวคล้ายยาง และความยากในการเคี้ยวมากที่สุด แต่มีค่าความยืดหยุ่นและการคืนตัวน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค พบว่าการใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีคะแนนลดลง ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี คือ ร้อยละ 15 ของน้ำหนักปลา ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L^* , a^* , b^* เท่ากับ 51.94, 0.23, 10.43 ตามลำดับ ปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.95 ปริมาณความชื้น ร้อยละ 36.84 มีคุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียวคล้ายยาง ความยากในการเคี้ยว และการคืนตัวกลับ เท่ากับ 18,196.02 กรัม, 0.97, 0.87, 8,598.23, 9,826.74 และ 0.42 ตามลำดับ โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง (7.30-7.87 คะแนน)

คำสำคัญ : แป้งมันสำปะหลัง ปลาเส้น ปลาช่อน สิงห์บุรี

Abstract

The objective of this research was to study the effect of cassava starch on physicochemical properties and sensory attribute of fish bar product from snakehead fish in Sing Buri province. The content of cassava starch was studied at 5, 15, 25 and 35% of fish weight. It was found that increasing cassava starch resulted increase the L^* , a^* and b^* colors of product but water activity and moisture content were reduced. The product containing cassava starch 35% of fish weight had the least values of water activity and moisture

content ($p \leq 0.05$). Increasing cassava starch resulted increase hardness, gumminess and chewiness but decrease springiness and resilience. The product containing cassava starch 35% of fish weight had the highest values of hardness, gumminess and chewiness, and had the less values of springiness and resilience ($p \leq 0.05$). Increasing cassava starch resulted decrease the consumer liking scores of appearance, color, taste, texture and overall liking. The appropriate amount of cassava starch added to the fish bar product from snakehead fish in Sing Buri province was 15% of fish weight. The product had color values of L^* , a^* and b^* were 51.94, 0.23, 10.43 respectively, water activity content was 0.95, moisture content 36.84%. The texture properties of product such as hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience were 18,196.02 g., 0.97, 0.87, 8,598.23, 9,826.74 and 0.42, respectively. Consumers rate their product preference in term of appearance, color, taste and overall liking in moderately like level (7.30-7.87 scores).

Keywords: Cassava starch, Fish bar, Snakehead fish, Sing Buri

บทนำ

ปลาช่อนเป็นปลาที่มีชื่อเสียงของจังหวัดสิงห์บุรี พบอาศัยทั่วไปตามแหล่งน้ำลำแม่ลาหรือแหล่งน้ำอื่น ๆ ในจังหวัดสิงห์บุรี ซึ่งมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มเหนียวและรสชาติอร่อยแตกต่างจากปลาช่อนจากแหล่งน้ำอื่น ๆ เนื่องจากลักษณะทางนิเวศวิทยาของลำแม่ลามีแร่ธาตุและอาหารที่อุดมสมบูรณ์ โดยลักษณะเด่นของปลาช่อนแม่ลา คือ ตัวจะอ้วน ส่วนหัวเล็กกว่าลำตัว มีสีเทาขาวคล้ายสีขุ่นของน้ำ หางมนคล้ายตาลปัตร โคนครีบทูมีสีส้มแดง เมื่อผ่าท้องภายในช่องท้องจะมีสีมันวาวกว่าปลาจากแหล่งอื่น เนื่องจากในเนื้อปลามีไขมันเป็นสองเท่าแตกต่างจากปลาแหล่งอื่น ๆ และเนื้อจะนุ่ม การแปรรูปปลาช่อนมีหลายรูปแบบ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด คือ ปลาช่อนแดดเดียว ข้าวเกรียบปลาช่อน และกุนเชียงปลา [1] ปลาเส้น หรือฮ็อกกีว เป็นผลิตภัณฑ์จากการนำเนื้อปลามาบดผสมกับแป้ง และเครื่องปรุงรสอื่น ๆ แล้วจึงนำมาทำให้สุกด้วยการนึ่งหรือต้ม จากนั้นนำมาทอดอีกครั้ง เพื่อให้เกิดสีที่สวยงามแก่ผลิตภัณฑ์ โดยส่วนผสมหลักของปลาเส้นนิยมทำจากปลาทะเล นอกจากนี้นี้มีส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ แป้ง ผงฟู เกลือ พริกไทย ต้นหอม กระเทียม เป็นต้น [2] แป้งที่ใช้ในการทำปลาเส้น ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว เป็นต้น แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่นิยมใช้ในการทำปลาเส้น เป็นแป้งที่ทำมาจากสตาร์ชของมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว มีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 มีปริมาณโปรตีนและไขมันอยู่ค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณอะมิโลสค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณร้อยละ 18-23 แต่มีปริมาณอะมิโลเพคตินสูง เมื่อละลายแป้งกับน้ำและได้รับความร้อนพลังงานความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้งทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเจลลิตินเซชันทำให้มีความหนืดสูงและเกิดการคั้นตัวต่ำ [3] ในกระบวนการทำปลาเส้นจะมีการนึ่งหรือต้ม ซึ่งเป็นการทำให้แป้งสุกหรือเกิดเจลลิตินเซชันซึ่งมีผลต่อคุณภาพของปลาเส้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของแป้งมันสำปะหลังต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี ได้แก่ ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น คุณลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ต่อผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี โดยศึกษาการใส่แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5, 15, 25 และ 35 ของน้ำหนักปลา ลงในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นที่ทำมาจากเนื้อปลาช่อน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลาช่อน และสร้างรายได้สู่กลุ่มเกษตรกรที่แปรรูปปลาช่อนแม่ลาจังหวัดสิงห์บุรี

วิธีการดำเนินการวิจัย

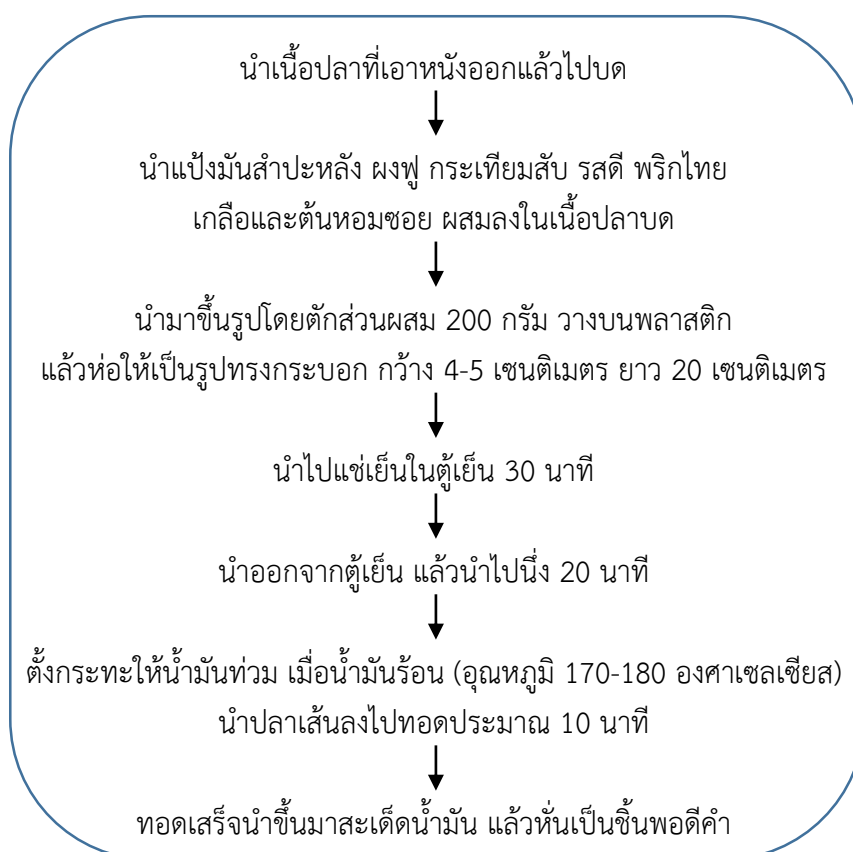
1. วัตถุดิบ

เนื้อปลาช่อนสด (ตลาดสด จังหวัดสิงห์บุรี) แป้งมันสำปะหลัง (ปลาไทย 5 ดาว บริษัท อี ที ซี เอียบ ตงจั่น จำกัด) ผงปรุงรส (รสดี บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด) ผงฟู (เบสท์ฟู้ดส์ บริษัท ยูนิลีเวอร์ เบสท์ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด) พริกไทยป่น (ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด) เกลือป่น (ปรุงทิพย์ บริษัท อุตรากรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด) และน้ำมันปาล์ม (มรกต บริษัท ดาร์บิ๊ออยส์มรกต จำกัด) โดยสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี ประกอบด้วยเนื้อปลาช่อนสด ร้อยละ 100.0 พริกไทยขาว ป่น เกลือป่น รสดี ผงฟู ต้นหอมซอย และกระเทียมบด ร้อยละ 0.5, 0.8, 2.0, 0.6, 0.5 และ 0.4 ของน้ำหนักปลาตามลำดับ

2. วิธีการศึกษา

2.1 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี เป็นผลิตภัณฑ์จากการนำเนื้อปลาช่อนมาบดผสมกับแป้งมันสำปะหลัง นำไปผสมเครื่องปรุงรสอื่น ๆ แล้วนำมาทำให้สุกด้วยการนึ่งหรือต้ม จากนั้นนำมาทอดอีกครั้ง โดยมีกรรมวิธีการผลิตปลาเส้นแสดงดังภาพที่ 1 [2]



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

2.2 การศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

ศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ปลาเส้น ร้อยละ 5, 15, 25 และ 35 ของน้ำหนักปลา ส่วนผสมอื่น ๆ คงที่ ได้แก่ เนื้อปลาช่อนสด ร้อยละ 100.0 พริกไทยขาวป่น เกลือป่น รสดี ผงฟู ต้นหอมซอย และกระเทียมบด ร้อยละ 0.5, 0.8, 2.0, 0.6, 0.5 และ 0.4 ของน้ำหนักปลาตามลำดับ โดยผลิตปลาเส้นตามวิธีการในภาพที่ 1 [2]

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

1) การวิเคราะห์ค่าสี ได้แก่ L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Colorimeter (Hunter lab รุ่น Color Flex EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง Aqua lab (Aqua lab รุ่น 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีการ AOAC (2000)

4) การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer (Stable micro systems รุ่น TA-XT plus ประเทศสหรัฐอเมริกา) ด้วยวิธี TPA (Texture profile analysis) โดยตัดตัวอย่างตามแนวขวางหนา 25 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ใช้หัวทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P50) กดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 5 มิลลิเมตร/วินาที เป็นระยะทางร้อยละ 50 ของความสูงตัวอย่าง และกำหนดระยะเวลา ระหว่างการกดครั้งแรกกับครั้งที่สองนาน 30 วินาที บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness) การเกาะตัวกัน (Cohesiveness) ความเหนียวคล้ายยาง (Gumminess) ความยากในการเคี้ยว (Chewiness) และการคืนตัวกลับ (Resilience) [4]

5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำผลิตภัณฑ์ปลาเส้นทอดมาหั่นตามแนวขวางหนา 5 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ทดสอบโดยผู้บริโภคมที่มีอายุระหว่าง 15-60 ปี และไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน โดยให้กับผู้บริโภคมทดสอบตัวอย่างทีละตัวอย่าง ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งให้คะแนนโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยกำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด [5]

2.4 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น และลักษณะเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD)) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Completely Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ผลของปริมาณแ่งมันสำปะหลังต่อคุณภาพทางค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

จากการศึกษาปริมาณแ่งมันสำปะหลังต่อคุณภาพทางค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี แสดงผลดังตารางที่ 1 พบว่าการใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5, 15, 25 และ 35 ของน้ำหนักปลา ส่งผลต่อค่าสี L^* , a^* , b^* , ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด ค่าสี a^* ของสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มีค่าสีไปในทิศทางสีแดงน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีค่าสีไปในทิศทางสีแดงมากที่สุด ค่าสี b^* ของสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 มีค่าสีไปในทิศทางสีเหลืองน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีค่าสีไปในทิศทางสีเหลืองมากที่สุด ปริมาณน้ำอิสระของสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มีปริมาณน้ำอิสระมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 25 และ 35 มีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด สิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 มีปริมาณความชื้นมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ผลของค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีที่ใส่ปริมาณแ่งมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ

ค่าคุณภาพ	แ่งมันสำปะหลัง (ร้อยละของน้ำหนักปลา)			
	5	15	25	35
ค่าสี L^*	50.81±0.06 ^d	51.94±0.49 ^c	54.61±0.26 ^b	58.81±0.40 ^a
a^*	0.21±0.01 ^c	0.23±0.01 ^c	0.26±0.02 ^b	0.31±0.01 ^a
b^*	10.06±0.12 ^d	10.43±0.04 ^c	10.62±0.05 ^b	11.46±0.03 ^a
ปริมาณน้ำอิสระ	0.96±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a	0.94±0.01 ^b	0.93±0.01 ^b
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	42.69±1.69 ^a	36.84±0.48 ^b	34.63±1.15 ^c	30.77±0.64 ^d

หมายเหตุ : ^{a-d} หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลของปริมาณแ่งมันสำปะหลังต่อลักษณะทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี

จากการศึกษาปริมาณแ่งมันสำปะหลังต่อลักษณะทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี แสดงผลดังตารางที่ 2 พบว่าการใส่แ่งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5, 15, 25 และ 35 ของน้ำหนักปลา ส่งผลต่อค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าความเหนียวคล้ายยาง ค่าความยากในการเคี้ยว และค่า

การคืนตัวกลับของผลิตภัณฑ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าการเกาะรวมตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าความแข็งของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มีค่าความแข็งน้อยที่สุด ค่าความยืดหยุ่นของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 มีค่าความยืดหยุ่นมากที่สุด ค่าความเหนียวคล้ายยางของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 25 และ 35 มีค่ามากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มีค่าความเหนียวคล้ายยางน้อยที่สุด ค่าความยากในการเคี้ยวของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีค่ามากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 มีค่าความยากในการเคี้ยวน้อยที่สุด ค่าการคืนตัวกลับของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 ค่ามากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 มีค่าการคืนตัวกลับน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีที่ใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ

ค่าคุณภาพ	แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละของน้ำหนักปลา)			
	5	15	25	35
ความแข็ง (กรัม)	17,495.00±85.55 ^c	18,196.02±94.43 ^c	19,716.08±421.93 ^b	21,770.21±82.91 ^a
ความยืดหยุ่น	0.98±0.01 ^a	0.97±0.01 ^b	0.97±0.01 ^b	0.96±0.01 ^c
การเกาะรวมตัว ^{ns}	0.84±0.07	0.87±0.09	0.87±0.08	0.87±0.06
ความเหนียวคล้ายยาง	7,213.44±96.74 ^b	8,598.23±84.36 ^b	13,087.32±807.31 ^a	13,968.58±75.45 ^a
ความยากในการเคี้ยว	8,708.26±311.99 ^d	9,826.74±92.82 ^c	10,654.64±381.86 ^b	11,381.17±80.55 ^a
การคืนตัวกลับ	0.46±0.01 ^a	0.42±0.04 ^b	0.38±0.01 ^{bc}	0.36±0.01 ^c

หมายเหตุ : ^{a-d} หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีที่ใส่ปริมาณ
แป้งมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ

n = 30 คน

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละของน้ำหนักปลา)	คะแนนความชอบ				
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
5	8.03±0.77 ^a	7.53±0.52 ^a	7.70±0.70 ^a	7.53±0.86 ^a	7.93±0.74 ^a
15	7.87±0.57 ^a	7.30±0.74 ^{ab}	7.43±0.57 ^b	6.97±1.01 ^{ab}	7.60±0.62 ^a
25	7.37±0.70 ^b	7.07±0.95 ^b	7.07±0.87 ^b	6.73±1.23 ^b	6.90±1.16 ^b
35	7.10±0.80 ^b	6.53±0.68 ^c	6.73±0.64 ^b	6.03±1.33 ^c	6.33±0.99 ^c

หมายเหตุ : ^{a-c} หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p \leq 0.05$)

3. ผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อน
จังหวัดสิงห์บุรี

จากการศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจาก
ปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีกับผู้บริโภคจำนวน 30 คน แสดงผลดังตารางที่ 3 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ
ด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p \leq 0.05$) โดยที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ
5 และ 15 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีของสิ่งทดลองที่
ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลาง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้าน
รสชาติของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลาง ผู้บริโภคให้คะแนน
ความชอบด้านเนื้อสัมผัสของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบ
เล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของสิ่งทดลองที่ใส่แป้งมัน
สำปะหลัง ร้อยละ 5 และ 15 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

เมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีมีค่า
ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังที่เป็น
ส่วนผสมหลักมีสีขาว มีคุณสมบัติในการกระเจิงแสง และเจลของแป้งมีความโปร่งแสง [3] ส่งผลให้เมื่อใส่แป้ง
มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์จึงมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น การใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นส่งผลให้
ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีมีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นจะลดลง ($p \leq 0.05$)

เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีคุณสมบัติในการละลาย การดูดซับน้ำ และการพองตัวได้ดี [4] แต่อย่างไรก็ตาม ปลาเส้นเป็นอาหารประเภทที่มีความชื้นสูง (High moisture food) มีปริมาณน้ำอิสระตั้งแต่ 1.00-0.90 [6] นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sugitha *et al.* เมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น พบว่าลูกชิ้นปลาผสมสาหร่ายมีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นลดลง [7]

เมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีมีค่าความแข็ง ความเหนียวคล้ายยาง และความยากในการเคี้ยวเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากโมเลกุลของแป้งมันสำปะหลังประกอบไปด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากที่ยึดเกาะด้วยพันธะไฮโดรเจน มีคุณสมบัติชอบน้ำ เมื่อให้ความร้อนส่งผลให้พันธะไฮโดรเจนคลายตัวลง เกิดการเจลลิตในเซชัน และเมื่อปล่อยให้เย็นตัวจะเกิดการจัดเรียงตัวโครงสร้างใหม่ที่แน่นและแข็งแรงมากขึ้น [3, 8] นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาวงศ์ เรืองฉาย พบว่าเมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูผสมเห็ดหอมมีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเหนียวหนึบ และความยากในการเคี้ยวเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าการเกาะรวมตัว และค่าการคืนตัวกลับมีค่าลดลง [9]

ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรีที่ใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการใส่แป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่าความสว่างมากขึ้น และมีความแข็งมากขึ้น นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอรทัย เปี่ยมปริดา และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาที่ใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 10 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง ซึ่งแป้งมันสำปะหลังส่งผลให้ลูกชิ้นมีเนื้อที่แน่นขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังจะช่วยลดกลิ่นคาวของลูกชิ้นปลาได้ [10]

การใส่แป้งมันสำปะหลังส่งผลต่อค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี เมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L^* , a^* และ b^* ที่มากขึ้น แต่มีปริมาณน้ำอิสระและความชื้นที่ลดลง ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นพบว่าเมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง ความเหนียวคล้ายยาง และความยากในการเคี้ยวที่เพิ่มขึ้น แต่มีค่าความยืดหยุ่น และการคืนตัวกลับที่ลดลง เมื่อทดสอบความชอบกับผู้บริโภค พบว่าเมื่อใส่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลง โดยปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมที่ใส่ในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี คือ ร้อยละ 15 ของน้ำหนักปลา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่สนับสนุนงบประมาณและให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ สารเคมี และสถานที่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อรรณพ แ่งทอง. (2561). การพัฒนาระบบสารสนเทศด้านการตลาดเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์จากปลาช่อนแม่ลาอำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 5(2), 253-266.
- [2] ศิริลักษณ์ รอดยันต์. ฮี้อก้วย. (2554). *ก้วยเตี๋ยลูกขึ้นปลา และเย็นตาโฟ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แสงแดด.
- [3] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2561). *เทคโนโลยีของแป้ง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [4] Kim, J. M., & Lee, C. M., (1987). Effect of starch of textural properties of surimi gel. *Journal of Food Science*, 59, 1002-1008.
- [5] ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)* (พิมพ์ครั้งที่1). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [6] ศิริบุญ พูลสวัสดิ์. (2540). *ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บผลไม้แห้ง*. *กรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 1-45.
- [7] Sugitha, I. M., Suparthana, I. P., and Samanta, P. N., (2019). Fish and seaweed (*Eucheuma cottonii*) meatball for reducing constipation effect. *In AIP Conference Proceedings*, 2155(020057), 1-7.
- [8] Hizukuri, S., (1988). Recent advances on molecular structure of starch. *Journal of Japan Society Starch Science*, 31, 185.
- [9] สุภางค์ เรืองฉาย. (2552). การพัฒนาและการศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกขึ้นหมูผสมเห็ดหอม. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย*, 29(3), 84-101.
- [10] อรทัย เปี่ยมปรีดา และ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร. (2549). การผลิตลูกขึ้นปลาจากเนื้อปลาสองชนิด. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 33(1), 35-44.