

การออกแบบและสร้างเครื่องนวดปลาเกล็ดสำหรับทำปลาเกล็ดเค็ม Design and construction of fish Pressing Machine for Making Salted Thread-fin Fish

ขรรค์ชัย กาละสงค์¹ บวรศักดิ์ คงเสน² ธนภฤต รุ่งอรุณสุวรรณ³ อติศักดิ์ บุญชุมณี⁴ อัศศักดิ์ แก้วดำ⁵
Kanchai Kalasong¹ Bowonsak kongsen² Thanakrit Rungarunsuwan³
Adisak Boonchumanee⁴ Akakit Kaewdum⁵

¹⁻⁵ ภาควิชาเทคโนโลยีผลิต วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

Department of Production Technology, Hatyai Technical College, Songkhla 90110

¹ Corresponding Author: E-mail kanchai03101977@gmail.com

Received: 27 March 2025; Revised: 28 May 2025; Accepted: 18 June 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องนวดปลาเกล็ดสำหรับทำปลาเกล็ดเค็ม ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงของสปริงกวดที่เหมาะสมของเครื่องนวดปลาเกล็ด และ 3) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนวดปลาเกล็ดด้วยมือกับเครื่องนวดปลาเกล็ด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินคุณภาพเครื่องนวดปลาเกล็ดโดยผู้เชี่ยวชาญ แบบบันทึกผลการทดลอง สถิติที่ใช้ในงานวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t - test)

ผลวิจัยพบว่า 1) เครื่องนวดปลาเกล็ด สำหรับทำปลาเกล็ดเค็ม มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก ที่ ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.56) 2) ค่าความแข็งแรงของสปริงกวดที่ 1.814 นิวตันต่อมิลลิเมตร เหมาะสมกับการนวดปลาด้วยเครื่องนวดปลาเกล็ด และ 3) ประสิทธิภาพในการนวดปลาเกล็ดด้วยเครื่องเร็วกว่าการนวดปลาเกล็ดด้วยมือแบบดั้งเดิม โดยคุณลักษณะของเนื้อและหนังปลาน้ำจืด สามารถนำไปใช้ประกอบอาหารได้
คำสำคัญ : เครื่องนวดปลาเกล็ด ค่าความแข็งแรงของสปริง ประสิทธิภาพ การนวดปลาเกล็ด

Abstract

The purposes of this research were to: 1) design and construct a fish pressing machine for making salted thread-fin fish through the engineering design process, 2) study the strength of spring stiffness of the fish pressing machine. And 3) compare the efficiency of hand-pressing method with the developed pressing machine. The research tools included quality assessment forms for the experts to validate the pressing machine and the experimental record forms. The research statistics included mean, standard deviation (SD), and t-test for performance analysis.

The research showed that 1) the developed fish pressing machine for making salted fish was evaluated by the experts with the result of a high level. (mean= 4.42 , S.D. = 0.56). 2) The spring stiffness of 1.814 N/mm was suitable for pressing fish. And 3) the test showed that the efficiency of the fish pressing machine was faster than that of the hand pressing method. The resulting soft texture of the fish meat and skin is appropriate for culinary use.

Keywords : thread-fin fish pressing machine, spring stiffness, efficiency, thread-fin fish pressing

1. บทนำ

ปลากุเลาเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จากสถิติปริมาณการจับสัตว์ทะเลจากการทำประมงพื้นบ้าน ปี 2566 ของกรมประมง พบว่า ปริมาณปลากุเลาที่มีการจับได้ทั่วประเทศ มีกว่า 3,231.04 ตัน แบ่งเป็น การทำประมงพื้นบ้านฝั่งอ่าวไทย 3,059.33 ตัน และ ฝั่งอันดามัน 171.71 ตัน [1] โดยจากข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พบว่า ปลากุเลามีแนวโน้มมูลค่าทางการตลาดสูงขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2557 ที่มีมูลค่า 73.4 ล้านบาท เป็น มูลค่า 391.9 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2566 ซึ่งตลอด 10 ปีมีปริมาณการจับเฉลี่ย 2,010 ตัน และมีมูลค่าเฉลี่ย 200.4 ล้านบาท [2] ชาวประมงพื้นบ้านภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย จังหวัดสงขลา ปัตตานี และนราธิวาส มีการทำประมงปลากุเลาจำนวนมาก เช่นกัน ราคาจำหน่ายปลากุเลาสด ขนาดตัวละ 350 – 500 กรัม มีราคาประมาณ 400 - 500 บาทต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยังนิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลากุเลาเค็ม ซึ่งจะเพิ่มมูลค่าให้กับปลากุเลา เป็นกิโลกรัมละ 1,300 - 1,500 บาท ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เศรษฐกิจสำคัญในจังหวัดท้องถิ่นภาคใต้ตอนล่าง ส่งจำหน่ายทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ สร้างรายได้ให้แก่ชาวประมง และผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำในพื้นที่เป็นจำนวนมาก

ในกระบวนการแปรรูปปลากุเลาเค็ม มีขั้นตอนที่สำคัญ ทำได้โดยนำปลากุเลาสด ซึ่งเป็นปลาที่มีลักษณะรูปร่างเรียวยาว ลำตัว ค่อนข้างหนา แบนข้าง หัวค่อนข้างเล็ก จะงอยปากสั้น ตามีเยื่อไขมันปกคลุมอยู่ใกล้ปลาย จะงอยปากเฉียงขึ้น เล็กน้อย และมีฟันแหลมคม ลักษณะเด่น คือ ก้านครีบส่วนล่างของครีบหูแยกเป็นรยางค์ 4 เส้น เรียกว่า หนวด มีครีบล้างแยกห่างกัน 2 อัน ครีบบางเป็นแฉกเล็ก ส่วนของลำตัวที่อยู่แนวสันหลังสีเทาปนเขียว ส่วนที่อยู่ถัดลงมา สีเนื้อและสีขาวเงิน ครีบล้างและครีบบางมีรอยแต้มสีเทาที่ปลายครีบ อื่น ๆ สีเหลือง มีขนาดโดยเฉลี่ย 40 - 60 เซนติเมตร [3] นำมาแปรรูปโดยใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านสืบทอดต่อกันมาจากรุ่นสู่รุ่น โดยกรรมวิธีการทำปลากุเลาเค็ม ถือเป็น “ภูมิปัญญาปลาเค็ม” มีกรรมวิธีการผลิตอย่างพิถีพิถันในทุกขั้นตอน คือ เมื่อได้ปลาสดใหม่มาแล้วก็จะมาขอดเกล็ด ควักไส้ เครื่องในทิ้ง ล้างทำความสะอาด จากนั้นจะนำไป

หมักน้ำเกลือ โดยเกลือที่ใช้จะใช้เกลือหวานปัดตานีเป็นส่วนผสมหลักในการทำเค็ม หมักไว้ประมาณ 2 คืน โดยใส่ภาชนะที่ปิดฝาสนิท [4] จึงจะได้ปลากุเลาหมักเค็ม แต่ยังสามารถนำมารับประทานได้ เนื่องจากหนังปลาจะเหนียวและเนื้อปลาจะแข็งกระด้าง หลังจากนั้นนำปลากุเลาที่ได้หมักเค็มไว้ นำออกมาตากแดด สลับกับการนวด โดยภูมิปัญญาชาวบ้านแบบดั้งเดิมในการนวดปลาจะใช้ขวดแก้ว หรือไม้ทรงกระบอกนวดปลาจำนวน 20 - 30 ครั้ง ในแต่ละรอบ และในแต่ละวันจะนวดปลาอย่างน้อย 2 - 3 รอบ ใช้เวลาในการตากแดดและนวดประมาณ 3 สัปดาห์ โดยระหว่างนั้นจะมีวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลากุเลาเป็นระยะ ๆ โดยชาวบ้านจะใช้นิ้วมือกดลงไปตัวปลาแล้วนวดคลึงเบา ๆ ต้องอาศัยความชำนาญ เพื่อสัมผัสว่าหนังปลากับเนื้อปลามีการร่อนแยกออกจากกัน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ปลากุเลาเค็มสามารถนำไปจำหน่ายหรือรับประทานได้ โดยผลิตภัณฑ์ปลากุเลาเค็มดังกล่าวนี้ สามารถนำไปแปรรูปเป็นเมนูอาหารได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เช่น ปลากุเลาเค็มทอด ข้าวผัดปลากุเลาเค็ม หลนปลากุเลาเค็ม ยำปลากุเลาเค็มทอด แกงขี้เหล็กปลากุเลาเค็ม ผัดคะน้าปลากุเลาเค็ม เป็นต้น นอกจากนี้ปลากุเลาเค็มยังได้รับการคัดเลือกเป็นหนึ่งในเมนูอาหารที่จะเสิร์ฟในงานเลี้ยงกาลาร์ดินเนอร์แก่ผู้นำ 21 เขตเศรษฐกิจภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก หรือ เอเปค 2022 ที่ผ่านมามีอีกด้วย [5] แต่ในขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ปลากุเลาเค็มมีคุณภาพที่ดีนั้น ภูมิปัญญาชาวบ้านยังต้องใช้แรงงานคนในการนวดปลา โดยใช้ขวดแก้วหรือไม้ทรงกระบอกนวดปลาด้วยแรงที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ ซึ่งต้องอาศัยทักษะความชำนาญในการนวดปลาอย่างมาก จึงจะได้ปลากุเลาเค็มที่มีคุณภาพ มีมูลค่าสูงตามความต้องการของตลาด

การสร้างเครื่องจักรให้มีแรงกดนวดที่สามารถนวดปลากุเลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อคุณภาพของปลากุเลาเค็ม ต้องเลือกใช้ชิ้นส่วนเครื่องกลที่เหมาะสม โดยสปริงเป็นอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่น สามารถคืนรูปได้หลังจากถูกบีบอัดหรือยืดออก สปริงสามารถกักเก็บพลังงานเมื่อถูกบีบอัด [6] โดยค่าคงตัวสปริง (spring constant) คือ แรงที่ทำให้สปริงยืดหรือหดต่อหนึ่งหน่วยระยะทาง ฉะนั้นถ้าค่าคงตัวของสปริงมีค่ามาก ก็จะทำให้สปริงนั้นแข็งทื่อ เพราะเวลาที่เรายืดหรือหดสปริงนั้นต้องใช้แรงมากตามไปด้วย [7] ซึ่งอิทธิพลของค่าความแข็งสปริงแรงนวดมากเกินไป อาจทำให้เนื้อปลาฉีกหรือเสียรูป แรงนวดน้อยเกินไป ต้องใช้เวลา นวดนานขึ้น ค่าที่เหมาะสม ซึ่งค่าแรงกดของสปริงที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่าง 8.51 ถึง 16.00 นิวตัน ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักที่เทียบเคียงกับน้ำหนักที่ใช้นวดปลากุเลาด้วยมือ ซึ่งได้จากการทดลองการหาแรงกดด้วยเครื่องทดสอบแรงกดแบบดิจิทัล

จากความสำเร็จด้านมูลค่าเศรษฐกิจของปลากุเลาเค็ม รวมถึงสภาพปัญหาในขั้นตอนการนวดปลา จึงมีแนวคิดในการสร้างเครื่องนวดปลากุเลา สำหรับทำปลากุเลาเค็มขึ้น โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องให้มีประสิทธิภาพสามารถนวดปลาให้มีคุณภาพตามที่ต้องการ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องนวดปลากุเลาสำหรับทำปลากุเลาเค็ม ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2.2 เพื่อศึกษาค่าความแข็งของสปริงกดที่เหมาะสมของเครื่องนวดปลากุเลา
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนวดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลากุเลา

3. สมมติฐานในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดปลาเกลือด้วยมือกับเครื่องนวดปลาเกลือแตกต่างกัน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องนวดปลาเกลือสำหรับทำปลาเกลือเค็ม

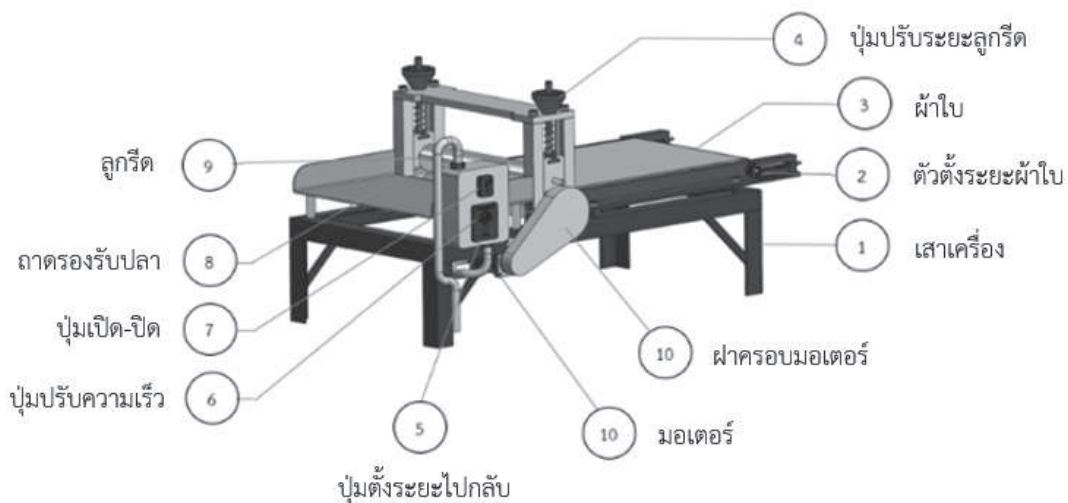
ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องนวดปลาเกลือ ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

6 ขั้นตอน ดังนี้ [8]

4.1.1 ขั้นระบุปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาในการผลิตปลาเกลือเค็ม เพื่อให้ทราบประเด็นปัญหา โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของปลาเกลือ ขั้นตอนการแปรรูปปลาเกลือสำหรับทำปลาเกลือเค็ม ได้แก่ ขั้นตอนการนวดปลาที่ต้องใช้แรงกดนวดปลาที่สม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ใช้ในการนวดปลา ระยะเวลาที่ใช้ในนวดคุณภาพของเนื้อปลาที่ได้จากการนวด

4.1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากที่ได้ระบุประเด็นปัญหาแล้ว ผู้วิจัยศึกษารูปแบบของเครื่องนวดปลาเกลือสำหรับทำปลาเกลือเค็มทดแทนการใช้แรงงานคน จากเอกสารตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสังเคราะห์ความคิด กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของนวัตกรรมเบื้องต้น โดยใช้ทฤษฎีเรื่องแรงกดในขณะเคลื่อนที่ เพื่อทดแทนการนวดด้วยแรงงานคนที่ใช้อุปกรณ์เช่นไม้คลึงแป้งหรือขวดแก้ว

4.1.3 ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการออกแบบและเขียนแบบเครื่องนวดปลาเกลือสำหรับทำปลาเกลือเค็ม ซึ่งอาศัยข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหามารวมถึงการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของนวัตกรรมที่ได้ศึกษาไว้ โดยได้ออกแบบเครื่องเพื่อให้เห็นถึงรูปทรงและส่วนประกอบ ของเครื่องนวดปลาเกลือ เพื่อออกแบบชิ้นงานนวัตกรรมเบื้องต้นให้มีกลไกการเคลื่อนและกดนวดปลา รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพร่างแบบงานเครื่องนวดปลาเกลือสำหรับทำปลาเกลือเค็ม

4.1.4 ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการสร้างเครื่องนวดปลากุเลาสำหรับทำปลากุเลาเค็ม ตามแบบงานที่ได้ออกแบบไว้ เช่นงานเชื่อมโครง งานผลิตชิ้นส่วน งานประกอบ และงานระบบไฟฟ้า เป็นต้น โดยเครื่องนวดปลากุเลา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีขนาด $40 \times 90 \times 30$ เซนติเมตร ออกแบบและสร้างให้สามารถ ลำเลียงปลากุเลาให้เลื่อนเข้าเลื่อนออกในระหว่างการกดนวดด้วยระบบเซนเซอร์ สามารถปรับอัตราความเร็ว ในการเลื่อนปลากุเลาได้ มีกลไกควบคุมระยะความสูงต่ำของลูกนวด และควบคุมแรงกดนวดของลูกนวดด้วย ชุดสปริงกด เพื่อนวดปลากุเลาให้มีคุณภาพตามที่ต้องการ

4.1.5 ขึ้นประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ผู้วิจัยได้นำเครื่องนวดปลากุเลาสำหรับทำปลากุเลาเค็ม ไปทดลองใช้งานเบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นได้นำเครื่องนวดปลากุเลาสำหรับ ทำปลากุเลาเค็มไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ ด้านการสร้างนวัตกรรม จำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจ ประเมินคุณภาพ โดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยใช้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเคิร์ท (Likert Scale) ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงของข้อคำถามแต่ละข้อ (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ผลการวิเคราะห์หาค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

4.1.6 ขึ้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำเครื่องนวดปลากุเลาสำหรับทำปลากุเลาเค็ม ไปให้กลุ่ม ชาวบ้านที่ทำปลากุเลาเค็มสำหรับจำหน่าย ในเขตตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ได้ทดลองใช้งานจริง

4.2 ศึกษาค่าความแข็งของสปริงชุดที่เหมาะสมในการนวดปลากุเลาของเครื่องนวดปลากุเลา

ในทดลองเพื่อหาค่าความแข็งของสปริงชุดที่เหมาะสมในการนวดปลากุเลาของเครื่องนวดปลากุเลานั้น ผู้วิจัยกำหนดค่าน้ำหนักแรงกดของสปริงกดอยู่ระหว่าง 8.51 ถึง 16.00 นิวตัน ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักที่เทียบเคียง กับน้ำหนักแรงกดที่ใช้คนนวดปลากุเลาด้วยมือ ใช้สปริงกดที่มีค่าความแข็งของสปริง (K) ที่ต่างกัน จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ 1.814, 2.285 และ 3.266 นิวตันต่อมิลลิเมตร มีรายละเอียดค่าความยาวของสปริง และเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายในชุดลดสปริง ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของค่าความแข็งของสปริง (K)

ที่	ค่าความแข็งของสปริง (นิวตันต่อมิลลิเมตร)	ค่าความยาวของสปริง (มิลลิเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในชุดลดสปริง (มิลลิเมตร)
1	1.814	10	2.0
2	2.285	11	2.7
3	3.266	12	3.5

จากตารางที่ 1 รายละเอียดของค่าความแข็งของสปริง (K) ในการทดลองจะเลือกใช้สปริงชุดในแต่ละระดับ ความแข็ง ประกอบเข้ากับกับเครื่องนวดปลากุเลา โดยจะนวดบนตัวปลาไป-กลับ จำนวน 20 รอบ บันทึกเวลา ที่ใช้ในการนวดปลากุเลาหน่วยเป็นนาที่ ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยเพื่อคัดเลือก สปริงที่ค่าความแข็งเหมาะสมต่อการนวดปลากุเลา

4.3 เปรียบเทียบระยะเวลาในการนวดปลาเกล็ดด้วยมือกับเครื่องนวดปลาเกล็ด

ในการศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาในการนวดปลาเกล็ดด้วยมือกับเครื่องนวดปลาเกล็ด แบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นระยะที่นำปลาเกล็ดที่ได้หมักเกลือเรียบร้อยแล้ว ไปตากแดดประมาณ 4-5 วัน หนังปลาเกล็ดจะเริ่มแห้ง และเริ่มมีคราบเกลือติดบริเวณหนังปลาโดยทั่ว หลังจากนั้นนำปลาเกล็ดมาทดลองนวด โดยการเปรียบเทียบ 2 วิธี ดังนี้

1) การนวดปลาเกล็ดด้วยมือแบบดั้งเดิม โดยการนำไม้ทรงกลมมานวดปลาด้วยมือจำนวน 20 ครั้ง โดยบันทึกเวลาในการนวดปลาหน่วยเป็นนาที ทำซ้ำจำนวน 30 ครั้ง

2) การนวดปลาเกล็ดด้วยเครื่องนวดปลาเกล็ด โดยใช้วิธีการเดียวกับการนวดด้วยมือแบบดั้งเดิม โดยบันทึกเวลาในการนวดปลาหน่วยเป็นนาที ทำซ้ำจำนวน 30 ครั้ง

ระยะที่ 2 เป็นระยะที่หนังปลาเกล็ดแห้งและมีหนาม หลังจากนำปลาเกล็ดไปตากแดดสลับกับการนวดในระยะที่ 1 โดยการเปรียบเทียบ 2 วิธี ดังนี้

1) การนวดปลาเกล็ดด้วยมือแบบดั้งเดิม โดยการนำไม้ทรงกลมมานวดปลาด้วยมือจำนวน 20 ครั้ง โดยบันทึกเวลาในการนวดปลาหน่วยเป็นนาที ทำซ้ำจำนวน 30 ครั้ง

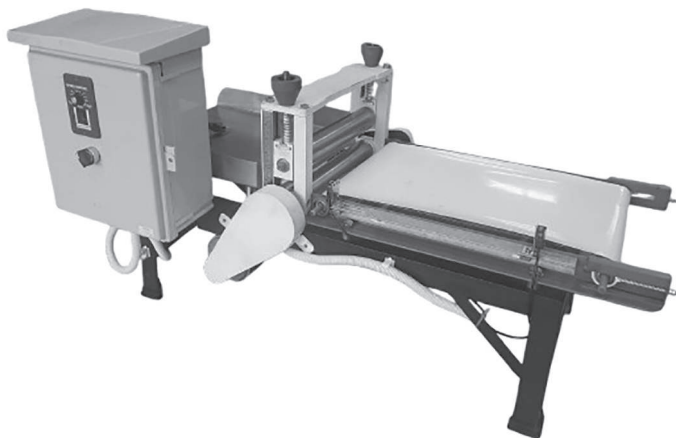
2) การนวดปลาเกล็ดด้วยเครื่องนวดปลาเกล็ด เนื่องจากปลาเกล็ดเริ่มหนาม ผู้วิจัยจะปรับชุดลูกรีดลงตามขนาดของปลาที่หนามลงเพื่อให้เครื่องสามารถนวดปลาได้ หลังจากนั้นจะดำเนินการนวดโดยใช้วิธีการเดียวกับการนวดด้วยมือแบบดั้งเดิม โดยบันทึกเวลาในการนวดปลาหน่วยเป็นนาที ทำซ้ำจำนวน 30 ครั้ง

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้บันทึกเวลาที่ใช้ในการนวดปลาเกล็ดด้วยมือและด้วยเครื่องนวดปลาเกล็ด บันทึกคุณภาพของปลาเกล็ด ทั้งในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 และหาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลาและคุณภาพของเนื้อปลา ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติ ค่าที (t - test) [9]

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องนวดปลาเกล็ดสำหรับทำปลาเกล็ดเค็ม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เครื่องนวดปลาเกล็ดสำหรับทำปลาเกล็ดเค็ม

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องนวดปลากุเลาสำหรับทำปลากุเลาเค็มโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านโครงสร้างทั่วไป			
1.1 รูปทรงเหมาะสมสวยงาม	4.36	.45	มาก
1.2 มีความแข็งแรงทนทาน	4.56	.31	มากที่สุด
1.3 การติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.18	.34	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.37	.35	มาก
2. ด้านการออกแบบ			
2.1 มีการออกแบบเหมาะสมตามหลักวิชาการ	4.44	.74	มาก
2.2 ความเหมาะสมของกลไกการทำงาน	4.34	.52	มาก
2.3 มีการออกแบบโดยคำนึงถึงความปลอดภัย	4.78	.53	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.52	.60	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน			
3.1 ใช้งานได้ง่าย	4.34	.76	มาก
3.2 ดูแลรักษาได้ง่าย	4.13	.64	มาก
3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.54	.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.34	.36	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.42	.56	มาก

จากตารางที่ 2 เครื่องนวดปลากุเลา สำหรับทำปลากุเลาเค็ม มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก ที่ ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.56)

5.2 ผลการศึกษาค่าความแข็งแรงของสปริงที่เหมาะสมในการนวดปลากุเลาของเครื่องนวดปลากุเลา

ผลการศึกษาระดับค่าความแข็งแรงของสปริง (K) ที่ต่างกัน จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ 1.814, 2.285 และ 3.266 นิวตันต่อมิลลิเมตร ในการนวดปลากุเลาของเครื่องนวดปลากุเลา โดยการนวดไปกลับจำนวน 20 รอบ ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการนวดปลากุเลา ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การศึกษาค่าความแข็งแรงของสปริงที่เหมาะสมในการนวดปลากุเลาของเครื่องนวดปลากุเลา

ค่าความแข็งแรงของสปริง (นิวตันต่อมิลลิเมตร)	เวลาที่ใช้ นวดปลากุเลา (นาท)					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
1.814	1.02	1.08	1.05	1.01	1.05	1.04
2.285	1.45	1.48	1.46	1.46	1.45	1.46
3.266	2.01	2.03	2.03	2.02	2.01	2.02

จากตารางที่ 3 พบว่า เวลาที่ใช้ขนาดปลากุเลาของเครื่องขนาดปลากุเลา ที่ค่าความแข็งของสปริง 1.814 นิวตันต่อมิลลิเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยในการขนาดปลาน้อยที่สุด 1.04 นาที และเมื่อใช้ค่าความแข็งของสปริงเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ระยะเวลาเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยค่าความแข็งของสปริง 2.285 และ 3.266 นิวตันต่อมิลลิเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยในการขนาดปลา 1.46 และ 2.02 วินาที ตามลำดับ

5.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขนาดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องขนาดปลากุเลา

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพในการขนาดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องขนาดปลากุเลา

ครั้งที่	ประสิทธิภาพในการขนาดปลากุเลา							
	ระยะที่ 1				ระยะที่ 2			
	การขนาดด้วยมือ		การขนาดด้วยเครื่อง		การขนาดด้วยมือ		การขนาดด้วยเครื่อง	
	เวลา (นาที)	คุณภาพ ของปลา	เวลา (นาที)	สภาพของปลา	เวลา (นาที)	สภาพของปลา	เวลา (นาที)	สภาพของปลา
1	3.30	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.02	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
2	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
3	3.37	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.02	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
4	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
5	3.38	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
6	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
7	3.37	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.02	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
8	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
9	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
10	3.38	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
11	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
12	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
13	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
14	3.37	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.02	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
15	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
16	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
17	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
18	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
19	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
20	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพในการนวดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลากุเลา (ต่อ)

ครั้งที่	ประสิทธิภาพในการนวดปลากุเลา							
	ระยะที่ 1				ระยะที่ 2			
	การนวดปลาด้วยมือ		การนวดปลาด้วยเครื่อง		การนวดปลาด้วยมือ		การนวดปลาด้วยเครื่อง	
	เวลา (นาท)	คุณภาพ ของปลา	เวลา (นาท)	สภาพของปลา	เวลา (นาท)	สภาพของปลา	เวลา (นาท)	สภาพของปลา
21	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
22	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
23	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
24	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.02	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
25	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
26	3.36	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.01	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.00	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
27	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
28	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
29	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.08	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.01	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม
30	3.35	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	1.05	หนังเหนียวเนื้อแข็ง	2.86	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม	1.02	หนังนุ่มเนื้อนุ่ม

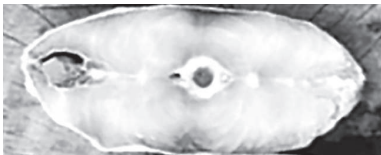
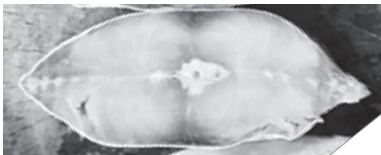
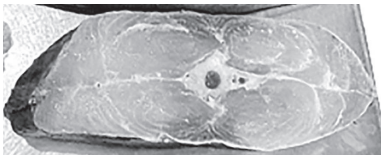
จากตารางที่ 4 พบว่าในระยะที่ 1 เวลาในการนวดปลาด้วยมือใช้เวลาในการนวดเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 นาที และเวลาในการนวดปลากุเลาด้วยเครื่องนวดปลากุเลาใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 วินาที ในส่วนคุณภาพของปลา ที่ผ่านการนวดทั้ง 2 วิธีพบว่า หนังปลาเหนียวเนื้อปลาแข็ง ในระยะที่ 2 พบว่า เวลาในการนวดปลาด้วยมือใช้เวลา ในการนวดเฉลี่ยเท่ากับ 2.86 นาที และเวลาในการนวดปลากุเลาด้วยเครื่องนวดปลากุเลาใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 วินาที

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนวดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลากุเลา

ระยะที่	วิธีการ	เวลาที่ใช้ (นาท)	<i>t</i>	Sig.
1	การนวดปลาด้วยมือ	3.35	392.047*	0.00
	การนวดปลาด้วยเครื่อง	1.04		
2	การนวดปลาด้วยมือ	2.86	1488.039*	0.00
	การนวดปลาด้วยเครื่อง	1.01		

จากตารางที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนวดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลากุเลาระยะที่ 1 พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลากุเลาแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระยะที่ 2 พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดปลากุเลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลากุเลาแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกันจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนวดปลากุเลาด้วยมือ กับเครื่องนวดปลากุเลาทั้ง 2 ระยะ สามารถสรุปได้ว่าการนวดปลากุเลาด้วยเครื่องเร็วกว่าการนวดปลากุเลา ด้วยมือแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 6 คุณภาพของเนื้อปลาที่ผ่านการนวดด้วยมือกับการนวดด้วยเครื่องนวดปลา

ระยะที่	ลักษณะของเนื้อปลาที่ผ่านการนวด	
	การนวดปลาด้วยมือ	การนวดปลาด้วยเครื่อง
1		
2		

จากตารางที่ 6 คุณภาพของปลาที่ผ่านการนวดทั้ง 2 วิธี ระยะที่ 1 เมื่อตรวจสอบคุณภาพของปลาโดยใช้แว่นดลงบนตัวปลา พบว่า เนื้อปลาเหนียวเนื้อแข็ง ระยะที่ 2 เมื่อตรวจสอบคุณภาพของปลาโดยใช้แว่นดลงบนตัวปลา เนื้อปลานิ่มเนื้อปลานิ่ม สามารถนำไปจำหน่ายหรือรับประทานได้

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 การศึกษาค่าความแข็งของสปริงกัตที่เหมาะสมของเครื่องนวดปลา

ในการศึกษาค่าความแข็งของสปริงกัตที่เหมาะสมของเครื่องนวดปลานั้น ผู้วิจัยกำหนดค่าน้ำหนักของสปริงกัตอยู่ระหว่าง 8.51 ถึง 16.00 นิวตัน ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักที่เทียบเคียงกับน้ำหนักที่ใช้นวดปลาด้วยมือ ทดลองใช้สปริงกัตที่มีค่าความแข็งของสปริง (K) ที่ต่างกัน จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ 1.814, 2.285 และ 3.266 นิวตันต่อมิลลิเมตร ผลการทดลองหาค่าความแข็งของสปริงกัตที่เหมาะสมของเครื่องนวดปลา คือ ค่าความแข็งของสปริง (K) 1.814 นิวตันต่อมิลลิเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยในการนวดปลาน้อยที่สุด 1.04 นาที ทั้งนี้อาจเป็นเพราะค่าความแข็งของสปริงดังกล่าวไม่แข็งเกินไป ให้แรงกัตที่เหมาะสมกับการนวดปลา ซึ่งสอดคล้องกับ [7] โดยค่าคงที่ของสปริงมีค่ามากก็จะทำให้สปริงนั้นแข็งทื่อ เพราะเวลาที่เราจะยืดหรือหดสปริงนั้นต้องใช้แรงมากตามไปด้วย [10] ที่ได้มีการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง โดยศึกษาความเร็วรอบของใบมีด 3 ระดับ คือ 70 80 และ 90 รอบต่อนาที ชนิดใบมีดแตกต่างกัน 3 แบบ และค่าความแข็งดึงของสปริง 2 ระดับ คือ 8.21 นิวตันต่อมิลลิเมตร และ 17.19 นิวตันต่อมิลลิเมตร ผลจากการทดสอบและประเมินสมรรถนะ และหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า ความเร็วรอบของใบมีด 90 รอบต่อนาที ใช้ใบมีดแบบที่ 2 ค่าความแข็งดึงของสปริง 8.21 นิวตันต่อมิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการปอกร้อยละ 88.07

6.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนวดปลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลา

ประสิทธิภาพในการนวดปลาด้วยมือกับเครื่องนวดปลา การทดลองในระยะที่ 1 ซึ่งเป็นระยะที่หนังปลาคือจะเริ่มแห้ง มีคราบเกลือติดบริเวณหนังปลาโดยทั่ว ทดลองนวดปลาด้วยมือใช้เวลา

ในการนวดเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 นาที เครื่องนวดปลาทุกลาใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 วินาที และในระยะที่ 2 เป็นระยะที่หนังปลาทุกลาแห้งสนิท และปลามีการหดตัว หลังจากตากแดด เป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ ทดลองนวดปลาด้วยมือใช้เวลาในการนวดเฉลี่ยเท่ากับ 2.86 นาที เครื่องนวดปลาทุกลาใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 วินาที คุณภาพของปลาที่ผ่านการนวดด้วยมือและด้วยเครื่องนวดปลาทุกลา พบว่าหนังปลาน้ำนึ่งเนื้อปลาน้ำนึ่ง สามารถตรวจสอบคุณภาพของปลาทุกลาได้ใช้นิ้วมือกดลงไปตัวปลาแล้วนวดคลึงเบา ๆ หนังปลากับเนื้อปลาสามารถแยกออกจากกัน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญเฉพาะตัว ของผลิตภัณฑ์ปลาทุกลาเค็ม สามารถนำไปจำหน่ายหรือรับประทานได้ สอดคล้องกับ [11] ที่ได้สร้างเครื่องนวดปลาทุกลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องนวดปลาทุกลา สามารถลดเวลาในการผลิตโดยใช้เครื่องนวดปลาทุกลาแทนการนวดด้วยขวิดจะ ทำให้ได้ปลาทุกลาที่มีคุณภาพสวยงาม เช่นเดียวกับ [12] ที่ได้พัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องล้างและกำจัด สิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม สูงกว่าเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรมเครื่องต้นแบบทุกรายการ

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

- 7.1.1 เครื่องนวดปลาทุกลา สำหรับทำปลาทุกลาเค็ม มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์
- 7.1.2 ค่าความแข็งของสปริงกดที่ 1.814 นิวตันต่อมิลลิเมตร เหมาะสมกับการนวดปลาด้วย เครื่องนวดปลาทุกลา
- 7.1.3 ประสิทธิภาพในการนวดปลาทุกลาด้วยเครื่องเร็วกว่าการนวดปลาทุกลาด้วยมือแบบดั้งเดิม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการใช้งาน

- 1) ขนาดปลาทุกลาที่เหมาะสมในการนวดด้วยเครื่องนวดปลาควรมีน้ำหนัก อยู่ระหว่าง 350 - 500 กรัมต่อตัว
- 2) ควรปรับระยะชุดลูกนวดของเครื่องนวดปลา ให้เหมาะสมกับขนาดของปลาก่อนการนวด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรออกแบบและสร้างเครื่องให้สามารถพลิกหมุนตัวปลา เพื่อสลับข้างในการนวด
- 2) ควรออกแบบและสร้างเครื่องให้มีแรงกดของสปริงเชิงมุม

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง. (2566). สถิติปริมาณการจับสัตว์ทะเลจากการทำประมงพื้นบ้าน ปี 2566. https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20240614145556_new.pdf
- [2] กฤษฎากร เหมเวช มินทิตา เจาะปาด และสุภาพร ตั้งสิทธิวัฒน์. (2568). ศัพทวิทยาและพัฒนนาการของ ลูกปลาทุเรหาหนวดสี่เส้น (*Eleutheronema tetradactylum* Shaw, 1804) วยอ่อนจากแหล่งพันธุ์บริเวณ จังหวัดตราด. https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20250307112311_1_file.pdf
- [3] ธเนศ ศรีถกล รุ่งนภา หนูกล้า สมชาย วิบุญพันธุ์ นิรชา สองแก้ว และธิดารัตน์ คงชัย. (2562). ชีวิตวิทยา การสืบพันธุ์ของปลาทุเรหาหนวดสี่เส้น. https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20220304134905_1_file.pdf
- [4] สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดนราธิวาส. (29 พฤศจิกายน 2564). เรื่องดี ๆ ที่บางนรา : ปลาทุเรหาเค็มตากใบ. <https://narathiwat.prd.go.th/th/content/category/detail/id/31/iid/59566>
- [5] กรมประชาสัมพันธ์. (13 พฤศจิกายน 2565). *Soft Power “ปลาทุเรหาจากตากใบ” ในเวทีเอเปค 2022*. <https://www.prd.go.th/th/content/category/detail/id/1487/iid/134259>
- [6] IDC Spring. (n.d.). *What Are Springs & How Do Springs Work?*. <https://idcspring.com/resources/articles/what-are-springs-how-do-springs-work/>
- [7] ณัฐพล โชติศรีสุภรัตน์. (22 กุมภาพันธ์ 2565). การวัดค่าคงตัวสปริง (spring constant) ด้วยสนามแม่เหล็ก. *สมาคมฟิสิกส์ไทย*. <http://www.thaiphysoc.org/article/292/>
- [8] สุจิตา การิมี. (22 กุมภาพันธ์ 2565) การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. SciMath. <https://www.scimath.org/article-science/item/12485-1-2>
- [9] บุญธรรม กิจปนวดาบริสุทธิ์. (2553). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ศรีอนันต์การพิมพ์.
- [10] ปรีเยศ ลิทธิ. (2564). *การออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง* [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. <http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/816/1/58010380005.pdf>
- [11] ยศภัทร ศรีนอง และธีระภัทร เรืองคง. (18 ธันวาคม 2565). *เครื่องนวดปลาทุเรหา*. [thaiinvention. http://thaiinvention.net](http://thaiinvention.net)
- [12] เกียรติศักดิ์ เส้งพัฒน์ เฉลิมศักดิ์ ตันติเจริญวัฒน์ ธัญนันท์ พรหมบัลลังก์ ภูดินันท์ รอดเกิด และวีระพล บุญจันทร์. (2564). พัฒนาเครื่องล้างและกำจัดสิ่งปนเปื้อนในเนื้อหอยนางรม. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวภาคใต้* 3, 1(2), 29-40.